

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



CENTRO DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN SILVICULTURA, MENCIÓN
MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES

Variabilidad volumétrica en la producción de *Pinus radiata* D. Don en diferentes localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador

Fabián Eduardo Salas Rueda
Maestrante

Dr. Pablo Enrique Lozano Carpio
Director del Proyecto

Puyo - Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Fabián Eduardo Salas Rueda con cédula de identidad 0603022013, declaro ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Innovación titulado “**Variabilidad volumétrica en la producción de *Pinus radiata* D. Don en diferentes localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador**”, es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Innovación son de exclusiva responsabilidad del autor; y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.

FABIAN EDUARDO SALAS RUEDA

C.I. 0603022013

AUTOR

**EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN
CERTIFICA QUE:**

El presente trabajo titulado “**Variabilidad volumétrica en la producción de *Pinus radiata* D. Don en diferentes localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador**”, bajo la responsabilidad del egresado Señor Fabián Eduardo Salas Rueda, ha sido meticulosamente revisado, autorizando su presentación:

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Dr. C. Yasiel Arteaga, PhD
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Dr. C. Yudel García, PhD
MIEMBRO DE TRIBUNAL

MSc. Bolier Torres
MIEMBRO DE TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A Dios y a Rosita...

RESUMEN EJECUTIVO

Chimborazo posee una superficie de 6.700,39 ha de plantaciones de *Pinus radiata*, la influencia de la localidad sobre la producción volumétrica es un factor determinante al momento de realizar un plan de ordenamiento forestal. La determinación de la variabilidad volumétrica en la producción de *Pinus radiata* en diferentes localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador como contribución al manejo silvícola, inició con un diagnóstico de la información volumétrica y climática, varios procesos de filtrado y sistematización donde se obtuvo una base de datos con 30 muestras representativas provenientes de diez localidades, se realizó análisis de correlación de Pearson entre el volumen y las condiciones climáticas y regresiones lineales entre cada variable independiente y el volumen para el análisis de la variabilidad volumétrica. Como resultados, el análisis estadístico descriptivo expresó una alta dispersión de los datos para las variables: volumen, altitud, precipitación y pendiente, el análisis de la correlación determinó a la variable precipitación como la más correlacionada con un valor de $r = 0,583$ y una significancia de 0,001 concluyendo que la precipitación es el principal factor climático para el desarrollo productivo de *P. radiata*, con la regresión lineal se obtuvo la ecuación: $y = 21,66 + 0,27x$, representando el comportamiento del volumen a la variación de la precipitación media anual dentro del rango de 700 mm/año hasta 1.200 mm/año, el estrés hídrico determinando una reducción en el crecimiento por efecto de lluvias extremas y a la sequía que incide hasta llegar a la muerte.

PALABRAS CLAVES: Influencia, localidad, *Pinus radiata*, variabilidad volumétrica, condiciones climáticas.

ABSTRACT

Chimborazo has an area of 6,700.39 hectares of *Pinus radiata* plants, the influence of the locality on volumetric production is a determining factor when carrying out a forest management plan. The determination of the volumetric variability in the production of *Pinus radiata* in different localities of the province of Chimborazo, Ecuador as a contribution to the silvicultural management, as a result of a volumetric and climatic information report, several filtering and systematization processes where a database with 30 representative samples from ten locations, an analysis of the Pearson correlation between volume and climatic conditions and linear regressions between each independent variable and the volume for volumetric variability analysis is performed. As results, the statistical analysis describes a high dispersion of the data for the variables: volume, altitude, yield and slope, the analysis of the correlation was determined as the most correlated variable with a value of $r = 0.583$ and a significance of 0.001 concluding that the frequency is the main climatic factor for the productive development of *P. radiata*, with the linear regression the equation was obtained: $y = 21.66 + 0.27x$, representing the behavior of the volume to the variation of the frequency means annual in the range of 700 mm / year up to 1,200 mm / year, water stress is determining a reduction in growth due to extreme rains and the sequence of incidences until death.

KEYWORDS: Influence, locality, *Pinus radiata*, volumetric variability, climatic conditions.

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	
AVAL DEL DIRECTOR	
PRUEBA DE SIMILITUD	
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN EJECUTIVO	
ABSTRACT	
TABLA DE CONTENIDOS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA CIENTÍFICO.....	2
1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
CAPÍTULO II.....	4
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. SITUACIÓN FORESTAL ACTUAL.....	4
2.2. IMPORTANCIA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES Y LA SILVICULTURA.....	7
2.3. MEDICIÓN VOLUMÉTRICA DE LA MADERA.....	9
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE <i>Pinus radiata</i>	11
2.5. INFLUENCIA DE LA LOCALIDAD.....	12
CAPÍTULO III.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. LOCALIZACIÓN.....	15
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	16
3.4. TRATAMIENTO DE DATOS.....	17
3.4.1. Recopilación y validación de información.....	17
3.4.2. Sistematización de la información.....	18
3.4.3. Homogenización de la información.....	19
3.4.4. Diseño estadístico.....	19

3.5. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES	20
3.5.1. Humanos	20
3.5.2. Materiales	20
3.5.3. Equipos	21
CAPÍTULO IV	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN VOLUMÉTRICA Y CLIMÁTICA ...	22
4.1.1. Compilación de datos volumétricos y climáticos	22
4.1.2. Sistematización de la información.....	22
4.1.3. Presentación de la información sistematizada	22
4.2. RELACIONES ENTRE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EL VOLUMEN	25
4.3. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD VOLUMÉTRICA EN FUNCIÓN DE CADA UNA DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	28
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFIA.....	35
ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Base de datos de las unidades muestrales	23
Tabla 2. Análisis estadístico descriptivo (medias y desviaciones estandar).....	24
Tabla 3. Matriz de correlación de Pearson con las variables de volumétricas y climáticas.....	25
Tabla 4. Modelo de regresión lineal para la precipitación.....	29
Tabla 5. Modelo de regresión lineal para la pendiente	30
Tabla 6. Modelo de regresión lineal para la temperatura	31
Tabla 7. Modelo de regresión lineal para la altitud	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios evaluados.....	15
Figura 2. Ecuación lineal precipitación.....	29
Figura 3. Ecuación lineal pendiente	30
Figura 4. Ecuación lineal temperatura	31
Figura 5. Ecuación lineal altitud	32

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, *Pinus radiata* se ha plantado extensivamente en varios países como: Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Chile, caracterizándose por ser países con políticas de gobierno forestales muy arraigadas, aunque presenten poca información publicada relacionada al crecimiento que alcanzan estos ejemplares (Miller, 1974), varios estudios de la FAO (2007) sobre *P. radiata* tratan de proporcionar información con respecto al crecimiento de altura y datos sobre volúmenes, los cuales se constituyen en medios de discusión para investigaciones de desarrollo forestal.

En el contexto del conocimiento de la producción forestal comercial del país, según el Consejo Internacional de las Maderas Tropicales citado por Aguirre *et al* en el 2006 estima que en el país aproximadamente 160 mil hectáreas de plantaciones forestales han sido deforestadas, mientras el Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental realizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y el Ministerio del Ambiente en el año 2014, determina que dentro de la cubierta forestal categorizadas por la autoridad ambiental las plantaciones forestales alcanzan un área de 128.636 ha con un 0,50 % de la superficie total del país, y las tierras con potencial de reforestación 2.030.000 ha con un 7,92 % de la superficie total del país, apreciando que existe un alto potencial para la producción forestal, que se encuentra subutilizado (desde un criterio forestal) y puede ser la base para la planificación de un ordenamiento territorial forestal acorde a las necesidades de país.

El aprovechamiento forestal en el país se caracteriza por una alta tasa de deforestación, que puede llegar a 137 mil ha de bosque natural por año según la FAO (2007). Aguirre *et al* (2006) presenta un promedio de reforestación que no superan las 5.000 ha/año, la FAO (2007) al ser menos conservador considera una tasa anual de reforestación no mayor a 3.500 ha/año, ambos consideran que estos esfuerzos han sido con una visión empresarial, ya que cerca del 90% de estas plantaciones son de especies forestales exóticas de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus*. El Ministerio el Ambiente (2004) reconoció que en los últimos años el crecimiento de las plantaciones forestales han

sido mínimas y no se ha reducido la presión sobre el bosque nativo, mientras que la demanda va en aumento.

Tejada (2003) en su informe “El sector forestal en Ecuador”, expone que las plantaciones que predominan en la sierra ecuatoriana son especies introducidas de rápido crecimiento: *Pinus radiata*, *Pinus patula*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus saligna*. En la región costa plantaciones de *Tectona grandis*, *Ochroma pyramidale*, *Schizolobium parahybum*, *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*. Estas plantaciones primordialmente son el resultado de los proyectos estatales de reforestación a gran escala impulsados en los años 80’s, las mismas no fueron planificadas territorialmente y se realizaron en predisposición de la aceptación de cada proyecto por parte de los propietarios, sin considerar las condiciones ambientales, edáficas, ni climáticas de cada una de las localidades, obteniendo como resultado plantaciones con una alta variabilidad morfométrica de la madera.

La influencia de la localidad sobre la producción volumétrica de la especie *Pinus radiata* D. Don, es una característica que no ha sido estudiada localmente y debe ser considerada como un factor determinante al momento de realizar la planificación de futuras plantaciones, para así obtener altos rendimientos productivos y que las inversiones gubernamentales y de ONG’s sean más eficientes y puedan llegar a más beneficiarios. El conocimiento de localidades donde se obtengan desarrollos óptimos afianzan la información de las características climáticas necesarias donde la especie *P. radiata* se ha aclimatado de mejor manera y determine los requerimientos climáticos recomendables para la producción de esta especie

1.1. PROBLEMA CIENTÍFICO

La provincia de Chimborazo, cuya vocación es agropecuaria, ha estado inmersa en varios proyectos nacionales de reforestación comercial, estos proyectos aunque fomentaron el desarrollo forestal fueron concebidos con el único objetivo de fortalecer la actividad extractivista y dotar de materia prima al aserrío e industria; la carencia de un proceso de planificación en el cual se consideren las condiciones climáticas óptimas, originó una variabilidad volumétrica en la producción de las plantaciones de

especies exóticas; conocer cuáles son las condiciones climáticas óptimas en las que *P. radiata* se ha aclimatado y pueda expresar en su totalidad sus características genotípicas evidenciará ¿Si la localidad influye en un mejor desarrollo volumétrico de madera? y así dotar de una herramienta de planificación de ésta especie de interés comercial en la serranía ecuatoriana.

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Existen diferencias de variabilidad volumétrica en la producción de *Pinus radiata* entre las distintas localidades de la provincia de Chimborazo.

1.3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la variabilidad volumétrica en la producción de *Pinus radiata* en diferentes localidades de la provincia de Chimborazo, Ecuador como contribución al manejo silvícola.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Diagnosticar la información volumétrica y climática proveniente de los programas de corta en plantaciones forestales comerciales de *Pinus radiata*, con fines de análisis silviculturales.
- b) Relacionar las condiciones climáticas con el volumen.
- c) Analizar la variabilidad volumétrica en función de cada una de las características climáticas estudiadas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. SITUACIÓN FORESTAL ACTUAL

El territorio de la Provincia de Chimborazo tiene un área aproximada de 650.062,12 ha, mantiene una cobertura vegetal natural del 37,9% (246.421,67 ha) entre arbustales, bosques y herbazales (Bustamante *et al*, 2017), además indica que la situación inicial de las plantaciones forestales comerciales comprenden las coberturas de bosques y bosquetes de *Eucalyptus globulus* con 10.341,89 ha (1,60%) y de *Pinus radiata* con 6.700,39 ha (1,03%), siendo porcentajes de la superficie total provincial. Salas (2017) establece que el aprovechamiento de estas plantaciones forestales está en disposición de: la tenencia de la tierra que en su mayoría es comunitaria bajo convenio estatal, la disponibilidad de acceso a vialidad, las condiciones climáticas de cada localidad y al estado silvicultural de la plantación.

La Comunidad Andina en 1981, al igual que la Subsecretaría de Producción Forestal en el 2016, establecen el área donde se puede realizar la actividad forestal o con vocación forestal a las superficies principalmente dentro de la franja entre los 2.400 y los 3.500 msnm, y es principalmente, donde se asientan los campesinos e indígenas dedicados principalmente a la producción agrícola y ganadera; este tipo de agricultura llamado de altura combina prácticas de rotación, asociación de cultivos y la alternancia en filas, para minimizar riesgos, evitar el viento, la lluvia, las plagas y las heladas (CAAP, 1981); esta producción de subsistencia con técnicas agroforestales y la producción forestal a gran escala que requieren una cierta organización comunal para que se realicen, se ven mermadas por la presión demográfica que existe sobre las tierras comunales; la forestación a gran escala es una inversión a largo plazo, los costos de implementación son altos al inicio y los ingresos inician a partir de la actividad de los raleos, podas y entresacas comerciales (prácticas que en ocasiones omiten las comunidades propietarias de bosques) hacen pensar en que la inversión en forestación es muy elevada y poco rentable.

Según el Banco Central del Ecuador, a través de la publicación de PROECUADOR en el 2017 establece la diferenciación de la contribución del sector forestal al PIB en el año 2000 con un aporte total de \$253 millones correspondientes al 1,9% del PIB (1,1% corresponde a la producción anual bruta de madera y el 0,8% a la producción maderera industrial), mientras que para el año 2014 la silvicultura, extracción de madera y actividades relacionadas registraron un monto total de producción de USD 1.216,57 millones, mientras que productos derivados de madera contabilizaron USD 1.742,13 millones, lo que representa el 2,93% del PIB en ese año. Este incremento, muy significativo, muestra la presión que se ejerce sobre los bosques naturales, que en la actualidad se encuentran protegidos y sobre las plantaciones forestales comerciales que reducen su patrimonio muy rápidamente; el uso tradicional de madera ha cambiado de aserrío a exportación en productos elaborados.

En contraste al análisis de PROECUADOR, Salas (2017), expone que otra de las barreras a analizar es el bajo precio de la madera, totalmente dependiente del mercado nacional, el cual es manejado por las industrias forestales Aglomerados Cotopaxi S.A. y Novopan del Ecuador principales consumidores de la oferta de madera proveniente de la provincia, el precio se maneja de manera informal y es castigado por la accesibilidad al bosque, la calidad de la madera, el manejo silvicultural que se haya realizado y las características volumétricas.

Durante las cinco décadas de proyectos de forestación y reforestación comercial Hofstede *et al* (2000) determina que pocos proyectos han sido exitosos en proveer beneficios a largo plazo para los beneficiarios. Varias comunidades han desaprovechado los incentivos económicos que fueron entregados para las actividades de mantenimiento (podas y raleos) y al estar demasiado lejos de los mercados, no les permita obtener un precio razonable. Miller (1974) propone que *P. radiata* se ha plantado en una considerable extensión en el Ecuador y para efectos de análisis, las variaciones de altura son significativas dependiendo de los sitios donde fueron plantados. En un breve análisis cita además que en la Sierra Ecuatoriana a una altitud de a 2.500 msnm a 3.600 msnm, los suelos tienen una semejanza ya que se han originado de estratos de ceniza volcánica, producto de erupciones del siglo pasado; estos estratos de suelo han dividido a otros estratos con alto contenido orgánico incorporando piedra pómez y cenizas intercaladamente; pero la profundidad de los

diversos estratos varia de manera considerable de un lugar a otro, en relación a la cercanía de los volcanes.

En un ámbito más social podemos anotar que existen beneficiarios directos e indirectos de la actividad forestal, obviamente estos beneficios brindan a la población un mayor índice de bienestar. Barrantes *et al* (2001) estima que existe una población de 230.000 personas, que dependen directamente de la actividad forestal productiva, esta cifra se puede traducir en alrededor del 8% de la Población Económicamente Activa (PEA) del país, este valor es considerable en función de que tras estos beneficiarios, existen otros empleos indirectos vinculados al bosque incluyendo actividades de servicios ambientales, turismo, generación hidroeléctrica, etc.

Aproximadamente 244,000 habitantes de la población ecuatoriana son los propietarios de la mitad de los bosques del país, y los mismos se encuentran en un índice alto de pobreza Viteri *et al* (2010).

En la provincia, la población que se dedica a la actividad forestal es en su mayoría el sector rural son indígenas y campesinos muchos de ellos con una baja escolaridad y deficiente atención de salud pública, viviendo con un ingreso menor a un dólar por día (SIISE, 2008), solo cabe mirar al cantón Guamote, máximo productor de *P. radiata*, el cual se encontraba al 2008 como el segundo cantón con el índice de necesidades básicas insatisfechas NBI más alto. En la actualidad muchas comunidades indígenas y de campesinos pobres en el Ecuador dependen de los bosques para suministrar a su hogar alimentos, forrajes, leña, y medicina.

En el ámbito ambiental el sector forestal, aunque no ha tomado la máxima importancia que requiere, es considerado por varias instituciones gubernamentales y ONG's como regulador de ciclos como: agua, aire y suelos; problemas asociados al mal manejo de este recurso se pueden anotar: desertificación; sedimentación; pérdida de nutrientes; calentamiento global (Viteri *et al*, 2010).

La disminución de los ecosistemas forestales, considerando a los bosques y plantaciones como tales, ha provocado escasez de agua y eventos extremos climáticos impredecibles, esto combinado con el crecimiento constante de la población y la

degradación del recurso tierra, pueden en algún momento limitar la posibilidad de satisfacer las necesidades primarias de alimentación, salubridad, turismo, esparcimiento, entre otros.

El inventario nacional de gases de efecto invernadero, realizado en el año 1994, y reportado por el Ministerio del Ambiente en el año 2000 catalogó emisiones totales de 45.543,14 g de CO₂ equivalente, el uso de la ganadería extensiva, cambio de uso del suelo son la principal fuente de gases de efecto invernadero del Ecuador, en 1994 por efecto de estas actividades se contabilizó un 69.5% del total de las emisiones a nivel nacional, este aporte al 2006 se incrementó al 83% de acuerdo a los resultados preliminares de la Segunda Comunicación Nacional, realizada por el Ministerio del Ambiente en el año 2009.

Los proyectos de forestación o reforestación a nivel país han sido iniciativas gubernamentales en su mayoría, las cuales proponen un equilibrio entre la actividad de aprovechamiento forestal y la actividad de producción forestal. Dentro de la provincia de Chimborazo han incursionado desde los años 50's proyectos como: Servicio Forestal del Ecuador, INEFAN, EMDEFOR, BID, PROFORESTAL, PROFAFOR, PIIF, con apoyo de GAD's: Provincial, Cantonales, e instituciones como: las Fuerzas Armadas o el Ministerio de Bienestar Social. Estos proyectos han ido perdiendo interés entre las comunidades y campesinos, por falta de criterio técnico, por falta de recursos económicos y por problemas de cambios en la política gubernamental han reducido a 0 toda iniciativa de reforestación estatal o incentivada a nivel pública.

2.2. IMPORTANCIA DE LAS PLANTACIONES FORESTALES Y LA SILVICULTURA

Ruiz *et al* (2006) manifiesta que las pruebas procedentes de diversas partes del mundo indican que las plantaciones forestales de eucalipto, es el método más sostenible en cuanto a la producción de madera, mientras se fomente un buen sistema de aprovechamiento. Además la silvicultura puede mejorar la productividad de la masa boscosa. Una conceptualización de plantación forestal compleja, que integre una variedad de bienes, servicios y valores, favorecería a la inclusión de la plantación

forestal en un contexto social y económico más amplio llevándolo a la sostenibilidad en un "sentido más completo". La importancia de la silvicultura se encuentra también en la selección de las especies a utilizar en una plantación forestal comercial como lo menciona Binkley (2000) las cuales deben ser acordes con las características agroecológicas del área a plantar y con los productos que se espera obtener.

El uso de especies introducidas para la producción y aprovechamiento forestal ofrece para White y Marin (2002) en la mayoría de los casos ventajas contra las especies nativas, comparándolas en velocidad de crecimiento y turnos de aprovechamiento más cortos, que son fundamentales para desarrollar proyectos forestales financieramente viables. Para Kellison (1999) las principales ventajas que presentan las especies introducidas pueden producir beneficios en menos de 7 años, lo que favorece al incremento de la producción de productos forestales a corto plazo, lo que permite la disminución en la fuga de divisas y el amortiguamiento en la tala inmoderada.

Las tasas relativas a las plantaciones forestales en distintas zonas del mundo, analizadas desde estadísticas generales incluyen dentro de las más importantes en el mundo a las especies de rápido crecimiento en Brasil con 700.000 ha, en Argentina, Chile y el Pacífico con 750.000 ha. Del total de especies utilizadas, 25% de las plantaciones son especies de coníferas, principalmente *A. agustifolia*, *P. patula* y *P. radiata*. Entre las especies latifoliadas, las principales especies exóticas son: *Eucalyptus* con un aproximado de 1'300.000 ha y *Tectona grandis* con 1'000.000 ha (SEMARNAT, 2001).

Hofstede y Mena (2000) cita que los participantes de los talleres de educación ambiental han mostrado un conocimiento del aprovechamiento de las especies exóticas, que implica un buen conocimiento del eucalipto y del pino, sobre todo para la construcción, uso en linderos y como rompevientos y también de los usos medicinales del eucalipto. Los proyectos forestales solo tendrán efectos significativos a corto plazo ya que en la sierra centro del Ecuador no se centran en el mejoramiento de la productividad agropecuaria y la seguridad alimentaria de las familias campesinas, sino como un complemento para áreas "improductivas".

La importancia que demanda la silvicultura en la producción de plantaciones forestales comerciales Castro (1994) menciona que una vez establecida una plantación, es decir cuando exista la suficiente cantidad de plantas, con un espaciamiento adecuado y, que además estén creciendo activamente, se inicia la etapa de mantención y luego el manejo forestal de ella, sin descuidar las actividades de protección que son de carácter permanente. La oportunidad, técnicas y costos con que se realicen las distintas actividades silviculturales, guardan una estrecha relación con los volúmenes y tipos de productos maderables posibles de conseguir de un bosque, y en consecuencia, con su rentabilidad

El fin último de las plantaciones forestales es alcanzar los objetivos de producción que permitan obtener la mejor rentabilidad para el productor, en concordancia con otros objetivos como la conservación de los suelos, protección de cursos de agua, fauna, belleza escénica y otros, es así que Sotomayor *et al* (2002) menciona que para una mejor comprensión de la relación existente entre la silvicultura (acciones relacionadas con el establecimiento, mantención, protección y manejo de los bosques) y los objetivos de producción del bosque, debemos conocer y establecer algunas relaciones básicas, que funcionan dentro de los rangos de densidad de plantación, cantidad y calidad de riego, fertilización, entre otros.

Rubilar *et al* (2008) menciona que el éxito alcanzado por los programas de forestación y el crecimiento de la industria forestal en Chile y Argentina ha contado con el desarrollo paralelo de programas tecnológicos intensivos. Durante los últimos 20 años, programas de investigación cooperativa de carácter nacional e internacional, enfocados a silvicultura intensiva de sitio específico y mejoramiento genético, han permitido aumentar la productividad de las plantaciones de 20 a 50%, y/o reducir las edades históricas de rotación en 2 a 5 años. Es por ello imprescindible conocer las principales estrategias utilizadas en el desarrollo de programas forestales con énfasis en técnicas de silvicultura por sitio específico para el establecimiento de plantaciones manejadas intensivamente.

2.3. MEDICIÓN VOLUMÉTRICA DE LA MADERA

El volumen comercial de madera responde a la medición y cálculo posterior de variables como el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura comercial, este

cálculo es el requisito básico de toda actividad forestal, la metodología requiere de un instrumento práctico, rápido y de una exactitud suficiente como lo expuso (Sánchez, 2012).

Villarroel (1994) define al volumen como la magnitud que se expresa en unidades de metros cúbicos (m^3) de la proporción de madera que posee un árbol; un rodal o un bosque puede considerarse como la totalidad de los volúmenes de los árboles que lo contienen; por tanto con el conocimiento del volumen y de modelos matemáticos de regresión aplicados en tablas de aprovechamiento son la herramienta a utilizar a la hora de cuantificar la producción y rendimiento de una superficie boscosa y/o rodal.

Chinchilla (2005) indica que para cubicar trozas utilizando el sistema métrico decimal, ya que el autor proviene de un país donde se aplica sistema métrico inglés, se utilizan las fórmulas de Smalian, la de Huber y la de Newton, las tres metodologías muy similares, la más utilizada es la de Smalian, por presentar un rango de facilidad al momento de realizar la toma de datos diámetros y alturas, aunque este método posee una imprecisión en el cálculo del volumen no es tan relevante desde el punto de vista comercial. La fórmula de Huber utiliza la toma de datos, con una medición del diámetro en la sección media de la troza, lo que dificulta aún más la medición. La fórmula de Newton es considerada la metodología más exacta de las tres, aunque requiere un número mayor de toma de datos en las trozas, este trabajo extra no es relevante a la exactitud que presenta la fórmula de Smalian, pero puede ser utilizada en el caso de existir un proceso de investigación.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería a través de la Subsecretaría de producción forestal (2017), redactaron un documento que se enmarca en la necesidad de establecer los parámetros básicos para la implementación de los inventarios forestales, estos inventarios son uno de los requisitos fundamentales al momento de la presentación y aprobación de los Programas de Corta. Este documento cuenta con una metodología que permite reglamentar las intensidades mínimas de muestreo y los márgenes de error máximos para la realización de los inventarios forestales, todo esto dentro del marco de referencia legal que son los Acuerdos: Ministerial 327 e interministerial 003. La metodología presente en el manual se utiliza para la realización de los inventarios forestales de masas boscosas, rodales y censos de linderos para linderos, fajas rompe

vientos, árboles dispersos, y su orientación principal será la de determinar el volumen para las actividades de raleos y aprovechamiento final.

La tabla de volumen, tabla volumétrica o tabla de aprovechamiento forestal es una presentación en celdas que muestra el volumen promedio de árboles en pie, independientemente de sus dimensiones, producto del cálculo de las variables diámetro y altura, citado por (Da Cunha, 2012).

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE *Pinus radiata*

Familia: Pinaceae

Nombre científico: *Pinus radiata*

Nombre sinónimo: *Pinus insignis*

Descripción

Árbol que alcanza hasta los 30 m de altura, tiene hojas en forma de acículas, que se agrupan entre tres. Tiene el tronco recto, cuya corteza es de color café agrietada. Posee flores masculinas con estambres peltados y flores femeninas que se encuentran en conos o estróbilos, su fruto es un cono parecido a una piña y con semillas aladas (Subsecretaría de Producción Forestal, 2016).

Condiciones climáticas

La especie prefiere suelos de textura media y livianos, de reacción acida a neutral, con buen drenaje, se puede plantar en:

Altitud: 1.800 a 3.500msnm

Precipitación: 800 a 1.300mm

Temperatura: 11 a 17°C.

Mantenimiento y Manejo de la Plantación

Coronas y roce o limpia una vez por año durante los primeros cuatro años; raleo a los 6 y 12 años, podas 30 días posterior al raleo, turno o corta final 17 a 25 años, con una densidad de 450 árb/ha aproximadamente (Subsecretaría de Producción Forestal, 2016).

Patología de *P. radiata*

No existe un estudio muy profundo de la patología de *P. radiata* en el Ecuador, existen reportes de rodales que están alarmantemente enfermo, aunque por las condiciones climáticas suele existir un autocontrol. Miller (1974), cita los principales síntomas que pueden ser observados:

- Amarilleo de los ápices de las agujas.
- Deformación y muerte de los brotes guías y laterales.
- Inclinação, y eventualmente separación. de las ramas laterales.
- Lesiones y debilitamiento del tronco principal, que conducen al derribo de reservas.
- Inestabilidad o derribo por el viento después de los 10 años, aproximadamente.

Características de productividad

Allen y Albaugh (2004) establece que la productividad de una plantación forestal es determinada básicamente por el área foliar y las relaciones suelo-planta-atmósfera, como por ejemplo, el efecto del déficit de presión de vapor o la cantidad de agua del suelo sobre las tasas de fotosíntesis de una plantación; el área foliar puede ser medido a través del índice de área foliar (IAF), esto puede ayudar a determinar la cantidad de radiación solar que las acículas absorben, constituyéndose en una relación ligada a la productividad primaria neta (PPN) de una plantación. Es por ello que es necesario conocer el efecto de las condiciones meteorológicas y su interacción con factores de suelo para lograr optimizar el manejo de las plantaciones.

2.5. INFLUENCIA DE LA LOCALIDAD

P. radiata ha sido plantado a lo largo de un amplio rango de suelos y climas en todo el mundo, claro que las plantaciones dejan ver notables variaciones de producción. Para poder manejar las altas variabilidades se debe primero identificar los factores no-manipulables que determinan esa variabilidad, determinar los rodales que poseen una producción con potencial alto, conocer las limitaciones que presentan los suelos y así Flores y Hallen (2004) establecen que se puede desarrollar tratamientos silviculturales para mejorar de forma efectiva las limitaciones que hayan sido identificadas.

Gerding y Schlatteren (1995) mostraron también que la productividad en el ámbito forestal varía ampliamente dentro de cada zona climática y tipo de suelo, en un análisis de localidad relacionado con varios factores del clima y suelo concluyeron que el régimen hídrico era la principal variable que influía en las diferencias de productividad.

Para Flores y Hallen (2004) lograr optimizar el manejo de plantaciones de *P. radiata* depende de conocer los efectos de las condiciones climáticas y su interacción con el suelo; aunque es conocido que manejar las condiciones meteorológicas es imposible, se puede determinar climas más favorables para el crecimiento de pino, estimando niveles de productividad potencial en distintas localidades.

Alba *et al* (2003) cita que el análisis de componentes principales de la producción están enfocados en 10 variables ambientales, la distribución de *Pinus* está relacionada con siete variables contenidas en tres componentes; la primera variable estuvo asociada de manera directa con la cantidad de lluvia; además menciona que existe una influencia de manera positiva a las temperaturas máxima, mínima y media anual. En menor intensidad la variable calidad/fertilidad de suelos también se relaciona con la distribución del género *Pinus*.

El criterio de utilizar la especie *P. radiata* por su rango de “adaptación” a los procesos climáticos, la ha llevado a ser considerada como la opción más viable para el desarrollo forestal en las regiones templadas y frías de México (Challenger, 1998). El Ecuador varias décadas atrás tomó esta misma alternativa, importando individuos desde Nueva Zelanda, para proyectos estatales de reforestación, lastimosamente no existen registros de procedencia de las plantaciones, con las cuales determinar si existe una aclimatación de *P. radiata* presente en Ecuador y bajo las condiciones ambientales de cada área forestal.

Se debe considerar también que puede existir diferenciación entre individuos de la misma especie, y que no sean vinculadas a características endógenas; Daniel *et al*, en el año de 1982 expone sobre la gran variación que se manifiesta fenotípicamente en los bosques mexicanos, donde se puede encontrar razas y ecotipos nuevos cuando las especies se encuentran distribuidas en áreas geográficas muy amplias; la variación

genética y cromosómica puede ocurrir en áreas con distribución discontinua por el escaso intercambio genético. Nienstaedt (1990) establece también que al existir poblaciones que son muy distintas, se consideraría que cada una tiene información de genes muy particulares o únicos, que acarrearía genes defectuosos o sin vigor génico con lo que se presentarían poblaciones con muy poca variación entre ellas. En definitiva cuando los rodales se encuentran en áreas geográficas amplias o áreas discontinuas y particularmente las poblaciones son distintas la influencia se debe al carácter genético, más no a la influencia de la localidad.

Para pronosticar el crecimiento y desarrollo de rodales, productividad misma de la madera, bajo distintas condiciones de localidad y manejo, Flores y Hallen (2004) utilizaron modelos de crecimiento como representaciones estadísticas del desarrollo de un rodal a través del tiempo. En su estudio manifiestan que para desarrollar estos modelos se debe realizar un trabajo de campo para obtener a través de mediciones las variables de interés (número de árboles por hectárea, área basal, volumen y altura), a través del tiempo y en distintas condiciones de localidad y manejo.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo experimental ya que existen características que se controlan y manipulan con el fin de observar los resultados en un tiempo determinado sin que otros factores intervengan en la observación. A su vez, se utilizó una investigación correlacional, ya que midió la variabilidad volumétrica de la madera y la manera cómo interactúan dos o más variables entre sí, siendo estas: la pendiente, la temperatura, la precipitación y la altitud.

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los métodos a implementados para esta investigación fueron centrados en tres ejes principales:

Medición: Este método está definido como el arte y la ciencia de proporcionar información cuantitativa acerca de los árboles y rodales forestales, necesaria para el manejo, la planeación y la investigación forestal (Huamán, 2015); los datos de medición para cada unidad muestral, se establecieron a través de la recopilación de la variabilidad volumétrica proveniente de los programas de corta con fines comerciales, información que cuenta con una metodología que se encuentra estandarizada bajo los parámetros de la Guía Básica de Inventario de Plantaciones Forestales del MAG publicada en el 2017, documento oficial y vigente, requisito indispensable para la obtención de la licencia de aprovechamiento forestal.

Sistemático: Este método se manifiesta en la secuencia ordenada de cálculos estadísticos que permitieron obtener datos confiables a nivel de localidad (parroquial), a partir de los datos de caso de áreas específicas. Se recopiló la información básica y de varias fuentes hasta llegar a obtener una base de datos que contenga todas las variables estandarizadas y homogenizadas en función de las unidades muestrales.

Modelación: El método de modelamiento se aplicó al desarrollar una ecuación que sirva como indicador de la variabilidad volumétrica, se utilizó un estudio de correlación con se determinó el grado de relación que existe entre las variables a través

de la regresión lineal, por ser el tipo de regresión que más se ajusta a los datos y la que mejor se acerca a l.

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS

Se planteó un diseño de investigación experimental de bloques completos al azar (BCA), en el que cada localidad se constituye como un bloque con cuatro variables independientes en disposición a las variables climáticas antes mencionadas, cada localidad además con tres repeticiones; dentro de este diseño se prevé estudiar diez localidades, llegando a un total de 90 unidades muestrales dentro del estudio.

3.4.1. Recopilación y validación de información

En esta etapa se realizó la recopilación de más de 639 registros de programas de corta, presentados en la Subsecretaría de Producción Forestal en el período 2014 a 2017, la información volumétrica contenida en los programas se encuentra estandarizada por la Guía Básica Actualizada de Inventario de Plantaciones Forestales del Ministerio de Agricultura y Ganadería publicada en el 2017, documento oficial y vigente, requisito indispensable para la obtención de la licencia de aprovechamiento forestal, para cada registro le corresponde un código único, datos generales (propietarios, usuarios, fechas de ingreso), datos geográficos (ubicación y coordenada UTM referencial), especies forestales evaluadas, superficie evaluada y tabla volumétrica.

La validación de la información se realizó a través de la revisión de las tablas volumétricas y los informes de verificación en campo del técnico responsable de la aprobación de los programas de corta, se evaluó siete parcelas de 250 metros cuadrados de cada programa de registro. El manejo forestal fue descartado como variable de la investigación, ya que todas las muestras provenían de plantaciones forestales, sin actividades silviculturales, en principio debido a la falta de apoyo económico del estado, a la escasa cantidad de comuneros (propietarios de la plantación) y al desconocimiento de las ventajas que traen éstas prácticas en la producción.

3.4.2. Sistematización de la información

Utilizando el software estadístico Microsoft Excel se realizó la base de datos de toda la información volumétrica obtenida, cada registro forestal cuenta con la información geográfica en coordenadas planas UTM 17S WGS84 las cuales fueron exportadas al software geográfico ARCGis Versión 10.1, para crear una capa que se intercepte a través de un álgebra de mapas con la cartografía del modelo bioclimático del Ecuador, insumo del Mapa de Vegetación del Ecuador; este procedimiento tuvo como resultado una tabla de atributos con las características: altitud en metros sobre el nivel del mar (msnm), temperatura en grados centígrados (°C), y precipitación en milímetros por año (mm/año) para cada uno de los registros forestales. Se utilizó el modelo de clasificación bioclimática generada por el Ministerio del Ambiente ya que es un modelo que ha demostrado tener una elevada correlación entre clima y vegetación, metodología que cuenta con la fortaleza de lograr un valor predictivo para cualquier área, ya sea conociendo solo datos de clima, o solo tipos de vegetación (MAE, 2013).

Esta metodología cuenta con el respaldo de datos del WorldClim, sitio que reúne conjuntos de datos climáticos a nivel mundial con una resolución espacial de 1 km² aproximadamente en la línea del Ecuador. Estos datos pueden ser utilizados para crear mapas y modelar con Sistemas de Información Geográfica (SIG) tales como QGIS, DIVA-GIS, gvSIG, entre otros. Todos los datos se encuentran en el Sistema de Coordenadas WGS 1984 EPSG: 4326. Para la precipitación y temperatura, WorldClim ofrece los datos en promedio, máximo y mínimo. La resolución utilizada de los datos fue de 30 segundos a 2,5 minutos: 0,93km x 0,93km = 0.86 km². Los archivos se componen de la siguiente manera X_R_F.ZIP, donde X indica el tipo de variable, R la resolución espacial del archivo y F el formato del archivo que puede ser .Bill o un grid de ESRI. Adicionalmente el Ministerio del Ambiente (2013), corroboró y corrigió la información suministrada por el Worldclim a través de la información proveniente de las estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Ésta información fue exportada a un formato DBF compatible con Microsoft Excel para homogenizar toda la información bajo una misma base de datos, se sistematizó en función de las variables escogidas para el estudio: precipitación, temperatura,

pendiente, altitud, variabilidad volumétrica, topografía, edad, superficie máxima registrada, tenencia de la tierra y localización del predio.

3.4.3. Homogenización de la información

Para lograr una correcta homogenización de la base de datos se procedió a filtrar la información en consideración de las diez parroquias objeto de la investigación: Sevilla, Sibambe, Cebadas, Guamote, Palmira, Cañi, Juan de Velasco, Pallatanga, Quimiag y San Juan.

Se eliminó los registros que contenían edades diferentes al estándar nacional de cosecha para *P. radiata* el cual es entre 18 y 20 años; esta consideración se realizó con el criterio de descartar a la edad como variable dentro del estudio ya que su influencia no se encuentra vinculada a la variabilidad de las localidades. Se utilizó en primer lugar las fechas de plantaciones registradas en los contratos de prestación de tierras, en los contratos forestales realizados por las instituciones públicas propietarias de los bosques y en los registros forestales de los predios, información obtenida de los archivos de los programas de corta.

Se procedió a eliminar los registros que contengan en su base de datos superficies aprovechadas mayores a 10 ha y menores a 5 ha, este criterio permitió eliminar registros con superficies no significativas para la investigación, además este rango permitió homogenizar la información a un estándar de siete parcelas circulares de 250 m² como lo indica la metodología de la Guía Básica de Inventario de Plantaciones Forestales (2017), además de permitir la obtención de una cantidad de datos acorde al resto de variables.

Se descartó registros que se encontraban excedentes a las tres repeticiones por cada localidad, para finalmente obtener las 30 unidades muestrales.

3.4.4. Diseño estadístico

Se calcularon las diversas medidas de tendencia central, para analizar los rangos, valores máximos y mínimos, varianza y dispersión de los datos. Las interrelaciones

fueron determinadas a través del análisis de correlación de Pearson en el que se compararon las diferentes interacciones de los datos y se observó el comportamiento de las variables en pares y en conjunto describiendo principalmente la relación entre la variabilidad volumétrica y las variables independientes: precipitación, pendiente, temperatura y altitud. Para todo el diseño experimental se utilizó el software IBM SPSS Statistics Versión 22.

Una vez hecha la regresión se obtienen los diversos grados de significancia entre la variabilidad volumétrica y las variables independientes, las cuales se calcularon y graficaron a través de la regresión lineal; la función de regresión y correlación para contrastar la hipótesis es una metodología utilizada por Draper & Smith (1981), como modelo de predicción para variables dependientes a partir de variables independientes correlacionadas.

3.5. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

3.5.1. Humanos

- Tesista
- Tutor
- Equipo de levantamiento de registros forestales
 - Ingeniero Forestal
 - Cadenero (ayudante)
 - Encargado de registro escrito
- Equipo de revisión de registros forestales MAG
 - Técnico de la dirección forestal
 - Técnico de campo para revisión preliminar

3.5.2. Materiales

- Registros forestales
 - Levantamiento planimétricos
 - Tablas de aprovechamiento volumétricas
 - Informe preliminar de aprobación de licencia forestal

- Modelo Bioclimático del Ecuador Continental
 - Mapa de temperatura media anual
 - Mapa de precipitación total anual
 - Mapa de altitud y curvas de nivel
- Libretas de registro de campo
- Formularios de inspección preliminar de licencia forestal

3.5.3. Equipos

- Hipsómetro láser Pro, Marca: Nikon P, Modelo: Forestry 550
- GPS, Marca: Trimble Modelo: Juno SC Data Collection
- Computadora Portatil, Marca: Lenovo, Modelo ThinkPad440
- Cinta Diamétrica, Marca: Forestry Suppliers Inc
- Cinta métrica, Marca: Stanley.
- Spray de color rojo intenso

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN VOLUMÉTRICA Y CLIMÁTICA

Los resultados obtenidos del levantamiento de la línea base se pueden sintetizar en 3 criterios principales:

- Compilación de datos volumétricos y climáticos
- Tabulación y sistematización de la información
- Presentación de la información sistematizada

4.1.1. Compilación de datos volumétricos y climáticos

Se obtuvieron 639 registros forestales con sus características: localidad, volumen, altitud, temperatura, precipitación y pendiente, mediante la utilización del software estadístico Microsoft Excel y el software geográfico ARCGis.

4.1.2. Sistematización de la información

Aplicando el primer filtro se obtuvo 487 registros forestales, en el segundo filtro: 108 registros forestales, en el tercer filtro: 41 registros forestales y finalmente se descartó dos registros en la parroquia Guamote, ocho registros en la parroquia Palmira y un registro en la parroquia Juan de Velasco, para así obtener diez localidades de estudio con tres repeticiones por localidad alcanzando las 30 unidades muestrales.

4.1.3. Presentación de la información sistematizada

La información presentada por cada localidad cuenta con tres repeticiones las cuales están constituidas por tres comunidades diferentes que se encuentran geográficamente dentro de la misma circunscripción parroquial, a excepción de la parroquia Sevilla y Pallatanga donde las tres repeticiones corresponden a bosques que se encuentran en la

misma comunidad: Dalincochas y Bushcud respectivamente. Se puede evidenciar una alta variabilidad de condiciones climáticas en consideración a que todas las muestras se encuentran ubicadas en la serranía ecuatoriana; las unidades muestrales representan de forma geográfica a: 23 comunidades, 10 parroquias rurales y 5 cantones de la provincia de Chimborazo, como se indica en el Tabla 1.

Tabla 1. Base de datos de las unidades muestrales

#	Cantón	Localidad	Sitio o Comunidad	Repetición	Volumen (m ³)	Altitud (msnm)	Temperatura media anual (°C)	Precipitación (mm/año)	Pendiente (°)
1	Alausí	Sevilla	Dalincochas	1	190,58	3720	7	528	13
2	Alausí	Sevilla	Dalincochas	2	150,06	3440	10	537	15
3	Alausí	Sevilla	Dalincochas	3	169,83	3560	9	643	26
4	Alausí	Sibambe	Shilishul	1	101,25	3480	9	753	31
5	Alausí	Sibambe	Shilishul	2	127,10	3640	7	621	30
6	Alausí	Sibambe	Danas	3	96,77	3520	8	603	18
7	Colta	Cañi	Cañivi	1	457,40	3520	8	1179	24
8	Colta	Cañi	Caparrosa	2	481,13	3320	10	1128	25
9	Colta	Cañi	Pucalacapa	3	497,07	3280	10	1141	18
10	Colta	J. Velasco	La Torre	1	255,05	3800	7	1155	17
11	Colta	J. Velasco	Pininpala 2	2	344,89	3760	7	1240	33
12	Colta	J. Velasco	Mulabog	3	367,94	3720	6	1229	28
13	Guamote	Cebadas	Guasan	1	148,91	3120	11	728	31
14	Guamote	Cebadas	Guasan	2	135,96	2920	12	641	21
15	Guamote	Cebadas	Bazan	3	113,68	2960	12	627	12
16	Guamote	Guamote	Santa Rosa	1	396,34	3160	10	505	26
17	Guamote	Guamote	San Pablo	2	370,28	3320	10	544	25
18	Guamote	Guamote	Gramapamba	3	273,49	3280	10	560	32
19	Guamote	Palmira	Galte Laime	1	187,73	3240	10	616	5
20	Guamote	Palmira	Chauzan	2	190,68	3440	8	663	7
21	Guamote	Palmira	Galte Laime	3	156,12	3240	11	583	5
22	Pallatanga	Pallatanga	Bushcud	1	199,21	3520	8	786	25
23	Pallatanga	Pallatanga	Bushcud	2	190,99	3540	8	726	19
24	Pallatanga	Pallatanga	Bushcud	3	152,35	3600	7	739	17
25	Riobamba	Quimiag	Chagñay	1	194,01	3000	13	1139	31
26	Riobamba	Quimiag	Rio Blanco	2	237,01	2920	15	888	27
27	Riobamba	Quimiag	Zaguan	3	241,23	2960	14	921	18
28	Riobamba	San Juan	Rayoloma	1	300,00	3760	6	993	12
29	Riobamba	San Juan	Rumipamba	2	248,84	3720	6	1005	29
30	Riobamba	San Juan	Pircapamba	3	320,13	3640	7	1016	21

Fuente: Autor

Del análisis descriptivo se puede evaluar a cada una de las localidades se puede expresar los valores máximos y mínimos para cada variable: la máxima altitud en la localidad Juan de Velasco es de 3760 msnm, mientras que la menor altitud se registra en Quimiag con 2960 msnm; para el caso de la temperatura el máximo registro se ubica en la localidad Quimiag con 14°C y la mínima temperatura en San Juan con 6°C; la precipitación tiene el valor más alto (1208 mm/año) en la localidad Juan de Velasco y el menor valor (536 mm/año) en la localidad Guamote; y para la pendiente el mayor registro se encuentra en la localidad Guamote (28°) y el menor registro en la localidad Palmira (6°). Para la variable dependiente volumen podemos apreciar que los valores más altos se encuentran en la localidad Cañi con 478,53 m³ y estos valores decrecen hasta la localidad Sibambe con el valor de 108,37 m³. La varianza indica una alta dispersión de los datos para las variables: volumen, altitud, precipitación y pendiente; para el caso de la temperatura no existe una variabilidad significativa indicando que los datos son homogéneos, debiéndose principalmente a que todas las muestras corresponden a la parte alta de la serranía ecuatoriana (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis estadístico descriptivo (medias y desviaciones estandar)

#	Localidad	Volumen (m ³)	Altitud (msnm)	Temperatura media anual °C	Precipitación (mm/año)	Pendiente (°)
1	Sevilla	170,16±20,26	3573,33±140,48	8,67±1,53	569,33±063,96	18,00±7,00
2	Sibambe	108,37±16,37	3546,67±083,27	8,00±1,00	659,00±081,90	26,33±7,23
3	Cañi	478,53±19,96	3373,33±128,58	9,33±1,16	1149,33±026,50	22,33±3,79
4	J. Velasco	322,63±59,64	3760,00±040,00	6,67±0,58	1208,00±046,23	26,00±8,19
5	Cebadas	132,85±17,82	3000,00±105,83	11,67±0,58	665,33±054,72	21,33±9,50
6	Guamote	346,70±64,73	3253,33±083,27	10,33±0,58	536,33±028,29	27,67±3,79
7	Palmira	178,18±19,16	3306,67±115,47	9,67±1,53	620,67±040,20	5,67±1,16
8	Pallatanga	180,85±25,02	3553,33±041,63	7,67±0,58	750,33±031,57	20,33±4,16
9	Quimiag	224,08±26,13	2960,00±040,00	14,00±1,00	982,67±136,39	25,33±6,67
10	San Juan	289,66±36,75	3706,60±061,10	6,33±0,58	1004,67±011,50	20,67±8,51

Fuente: El Autor.

Los rangos de los valores de las variables independientes: temperatura, altitud, precipitación y pendiente, se encuentran dentro de los valores establecidos por DelMastro *et al* (1982) y la Subsecretaria de Producción Forestal (2016) para las características climáticas: altitud (1.800 a 3.500 msnm), precipitación (800 a 1.300 mm) y temperatura (11 a 17 °C) y para la pendiente un valor menor a 50°.

4.2. RELACIONES ENTRE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EL VOLUMEN

Como resultado de la matriz de correlación de Pearson, se puede evidenciar que existen correlaciones altamente significativas con la variable independiente precipitación (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de correlación de Pearson con las variables de volumétricas y climáticas

		Volumen	Altitud	Temperatura	Precipitación	Pendiente
Volumen	Correlación de Pearson	1	,126	-,117	,583*	,216
	Sig. (bilateral)	-	,508	,539	,001	,252
	N	30	30	30	30	30
Altitud	Correlación de Pearson		1	-,956**	,256	,026
	Sig. (bilateral)		-	,000	,172	,893
	N		30	30	30	30
Temperatura	Correlación de Pearson			1	-,204	,013
	Sig. (bilateral)			-	,280	,945
	N			30	30	30
Precipitación	Correlación de Pearson				1	,302
	Sig. (bilateral)				-	,105
	N				30	30
Pendiente	Correlación de Pearson					1
	Sig. (bilateral)					-
	N					30
		* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).				
		** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).				

Fuente: El Autor

Precipitación

Los valores obtenidos de la matriz de correlación para la precipitación fueron de 0,583 y 0,001 de significancia, ubicando a la variable precipitación como la más significativa dentro del estudio, al igual que Gerding y Schlatteren (1995), quienes consideran a la precipitación como principal factor climático dentro de su estudio, obteniendo un índice de correlación de 0,48, deduciendo que la producción se ve favorecida con el aumento de la precipitación, especialmente aquella relacionada con el periodo vegetativo. Gutiérrez (1990) evalúa un coeficiente de correlación de 0,60 y anota que los factores limitantes para

Pinus sylvestris durante la estación de crecimiento son el estrés hídrico (efecto positivo de las precipitaciones y negativo de las temperaturas) y los períodos prolongados de sequía atmosférica.

Pérez (2005), establece que los mayores crecimientos tanto en altura como en diámetro de *Pinus nigra*, tuvieron lugar en los sitios donde se producen las condiciones climáticas más favorables, tanto en precipitaciones anuales y estivales mayores. Santillán *et al* (2010) determina que el análisis para *Pinus pinceana* mostró que los crecimientos responden de manera significativa a la precipitación estacional de enero julio.

El valor de significancia de la precipitación como factor ambiental y su correlación con el volumen de producción, no corresponde a la categoría de altamente significativo, ya que se ve influenciado por condiciones antropogénicas que no son evaluables estadísticamente, como lo cita González-Elizondo *et al* (2005) y Fritts (1990) indicando que valores de correlación bajos en el crecimiento de las Pinaceas son influenciadas por otros tipos de factores ambientales, (excluyendo a la precipitación) o antropogénicos que afectan a los árboles de manera individual.

El incremento de la precipitación en valores que superan la media evaluada produce un decrecimiento en la producción volumétrica, en el modelo chileno de Schlatter *et al* (1982), obtiene como un máximo aparente para la precipitación el valor de 2000 mm/año, sobre el cual se ve afectada la producción; Hunter y Gibson (1984), dentro de su modelo de índice de sitio para *P. radiata* con factores ambientales, establecen que el modelo no permite una reducción en el crecimiento resultante de lluvias fuertes extremas, los casos de bosques en la costa oeste de la Isla del Sur fueron un ejemplo de que existió una proyección volumétrica excesivamente alta; Jackson y Gifford (1974), tuvieron una experiencia similar estudiando la profundidad del suelo y la precipitación en su modelo con un efecto de decremento en la producción en sitios con alta precipitación que llegaban a anegar los suelos.

Pendiente

Los valores obtenidos de la matriz de correlación para la pendiente fueron 0,216 y 0,252 de significancia, lo que ubica a la variable pendiente como la segunda en importancia aunque

sin llegar a ser significativa, Gayoso (1995), establece que el “madereo” terrestre debe efectuarse en sectores con pendientes menores a 30° para obtener una alta producción, al igual que Cox (1982) expresa que dentro de su estudio índices de productividad en la evaluación de la calidad de sitio, una de las variaciones del crecimiento fue la pendiente y que a menor pendiente mayor productividad.

Existió una correlación entre la precipitación y la pendiente evaluada en el estudio, esta correlación es mencionada también por Schlatter *et al* (1998), en la que relaciona a la pendiente con el abastecimiento de agua a las plantas, citando que es un tanto deficiente, especialmente por tratarse de un terreno con pendiente pronunciada y expuesto a alta radiación, la cantidad de provisión de agua para *P. radiata* está en función de la cantidad de precipitación y de la medida de la pendiente, siendo la escorrentía un efecto de pendientes más altas, como lo indica Blume *et al* (2007) donde expone que los coeficientes de escorrentía tienen una fuerte variación temporal por estar influidos por las condiciones climáticas, especialmente por el régimen de las precipitaciones, el grado de saturación de los suelos y la evapotranspiración.

Temperatura

Los valores obtenidos de la matriz de correlación para la temperatura fueron -0,117 y 0,539 de significancia, indicando que no existe una correlación con la variable dependiente, al igual que el anterior enunciado Schlatter *et al* (1998) expuso que éstos factores no tienen influencia por lo estrecho del rango geográfico en la distribución de los sitios, en concordancia con que el estudio se sitúa dentro de cinco cantones de la zona centro sierra de la provincia. Se evidencia una correlación altamente significativa (0,956 y 0,000) entre la temperatura y la precipitación ya que el modelo para la obtención de la temperatura nacional elaborado por el Ministerio del Ambiente (2013), se basa en una serie sucesiva de correlaciones entre la altitud y la temperatura.

Altitud

Los valores obtenidos de la matriz de correlación para la altitud fueron 0,126 y 0,508 de significancia, indicando que no existe una correlación con la variable dependiente, Schlatter *et al* (1998), expuso que la latitud y/o altitud no presentan diferencias

significativas en la productividad. En este caso esos factores no tienen influencia por lo estrecho del rango geográfico en la distribución de los sitios, en concordancia con que el estudio se sitúa dentro de cinco cantones de la zona centro sierra de la provincia; Hunter y Gibson (1984) mencionan también que la altitud no está correlacionada con ninguna de las variables, tanto dependientes como independientes, siendo la lluvia el factor con el 24% de variación.

4.3. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD VOLUMÉTRICA EN FUNCIÓN DE CADA UNA DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.

Los rangos de variabilidad de volumen de madera de 100 m³/ha a 400 m³/ha, se encuentran en función de lo establecido por Miller (1974), en su estudio para la FAO “*Pinus radiata* en el Ecuador, su ecología y crecimiento”, estudio en el que calcula los rendimientos por año para varias plantaciones de Cotopaxi, Pichincha y Chimborazo, el rango analizado corresponde para el sitio “El Chaupi” de la provincia de Cotopaxi, zona similar a la estudiada aunque con una mayor cantidad de precipitación.

El sitio denominado Cayambe no presenta información debido a la desaparición del Servicio Forestal del Ecuador, entidad que administraba este proyecto y no transmitió la responsabilidad de realizar los seguimientos y mediciones correspondientes. El sitio denominado Tortorillas, que se encuentra en la actualidad utilizada por la Hacienda Agroecológica Totorillas del cantón Guamote, fue el sitio de parcelas en condiciones de seco, y es el sitio más próximo a la investigación, pero no cuenta con registros de mediciones o información por la causa antes citada (Miller, 1974).

Esta información se constituye como la única y más cercana referencia del máximo que se puede aprovechar dentro de una plantación de *P. radiata* sin manejo silvicultural y el valor mínimo del rango corresponde a un valor desde el cual la producción no llegaría a ser económicamente rentable.

Precipitación: El cálculo de la ecuación de regresión lineal para la precipitación muestra el resultado del análisis de proyección con los valores: 21,66 y 0,27 y la significancia de 0,001 la cual corresponde a altamente significativa estableciendo una correlación entre las variables (Tabla 4). La ecuación resultante se expresa de la siguiente forma:

$$y = 21,66 + 0,27 x \quad (1)$$

Tabla 4. Modelo de regresión lineal para la precipitación

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Volumen	21,660	60,855		0,356	0,725
Precipitación	0,272	0,072	0,583	3,797	0,001

Fuente: El Autor

El modelo de proyección $y = 21,66 + 0,27 x$, es la representación del comportamiento del volumen a la variación de la precipitación media anual dentro del rango de 700 mm/año hasta 1.200 mm/año, el comportamiento fuera del rango menor incide en la baja productividad a nivel comercial por consecuencia económicamente no sería rentable la producción de *P. radiata* y el rango favorable para el máximo desarrollo volumétrico es de 1100 mm/año a 1200 mm/año (Figura 2).

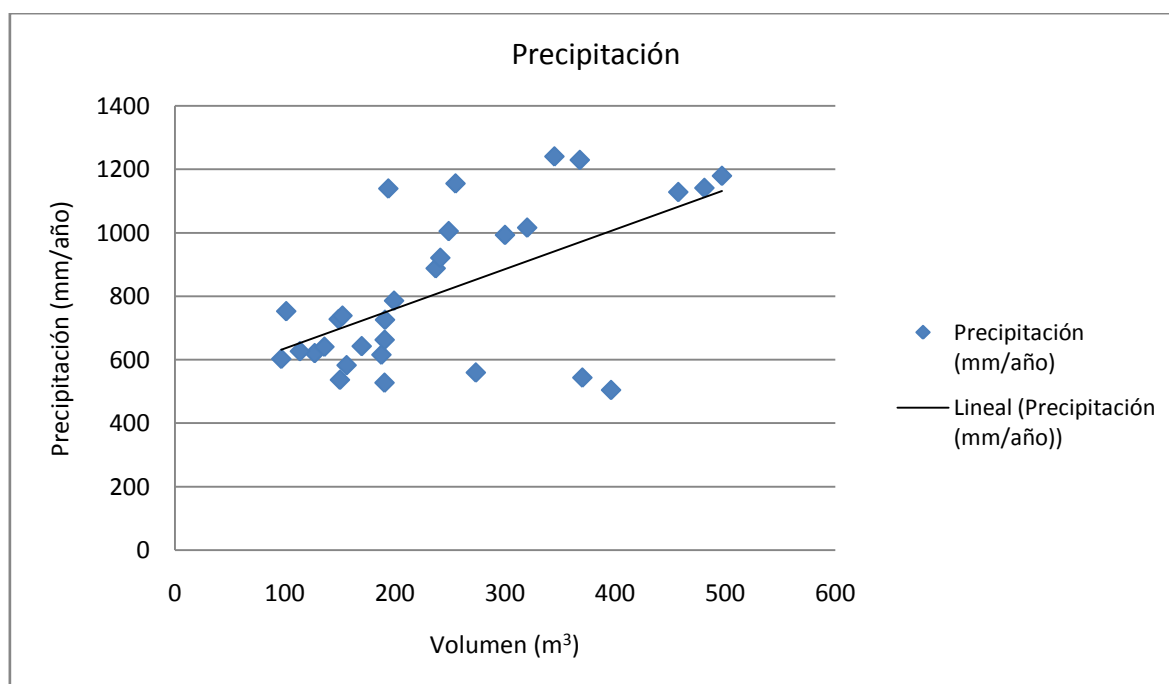


Figura 2. Ecuación lineal precipitación

Pendiente: El cálculo de la ecuación de regresión lineal para la pendiente muestra el resultado del análisis de proyección con los valores: 178,43 y 3,03 y la significancia de 0,252 la cual corresponde a no significativa estableciendo que no existe una correlación entre las variables (Tabla 5). La ecuación resultante se expresa de la siguiente forma:

$$y = 178,43 + 3,03 x \quad (2)$$

Tabla 5. Modelo de regresión lineal para la pendiente

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Volumen	178,432	59,121		3,018	0,005
Pendiente	3,031	2,590	0,216	1,170	0,252

Fuente: El Autor

El modelo de proyección $y = 178,43 + 3,03 x$, es la representación del comportamiento del volumen a la variación de la pendiente promedio dentro del rango de 0° hasta 30°, el comportamiento fuera del rango mayor incide en la disminución acelerada del crecimiento de *P. radiata* vinculada a la escorrentía, al bajo régimen hídrico y a la baja disponibilidad de agua y el rango favorable para el máximo desarrollo volumétrico es de 10° a 15° (Figura 3).

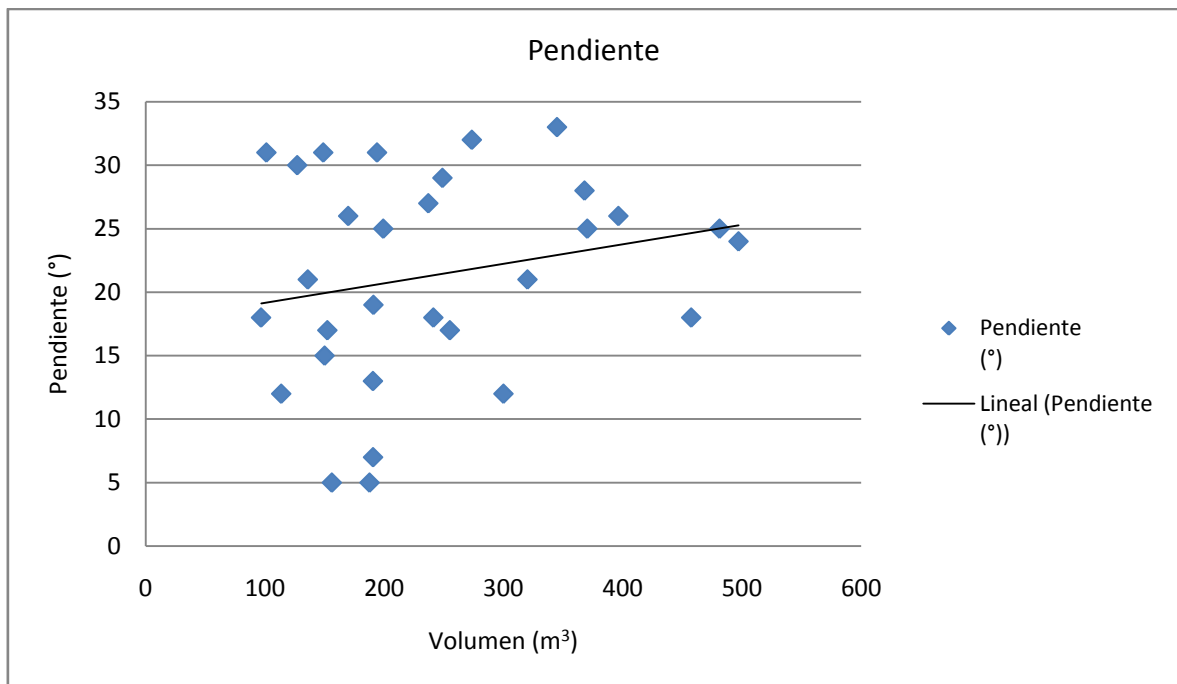


Figura 3. Ecuación lineal pendiente

Temperatura: El cálculo de la ecuación de regresión lineal para la temperatura muestra el resultado del análisis de proyección con los valores: 294,60 y -5,57 y la significancia de 0,539 la cual corresponde a no significativa estableciendo que no existe una correlación entre las variables y que el modelo de proyección es inversamente proporcional entre el volumen y la temperatura (Tabla 6). La ecuación resultante se expresa de la siguiente forma:

$$y = 294,60 - 5,57 x \quad (3)$$

Tabla 6. Modelo de regresión lineal para la temperatura

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Volumen	294,599	85,296		3,454	0,002
Temperatura	-5,567	8,950	-0,117	-0,622	0,539

Fuente: El Autor

El modelo de proyección $y = 294,60 - 5,57 x$, es la representación del comportamiento del volumen a la variación de la temperatura media anual dentro del rango de 8°C hasta 10°C, el comportamiento fuera del rango menor incide en la muerte de *P. radiata* y el rango favorable para el máximo desarrollo volumétrico es de 8°C a 9°C. (Figura 4)

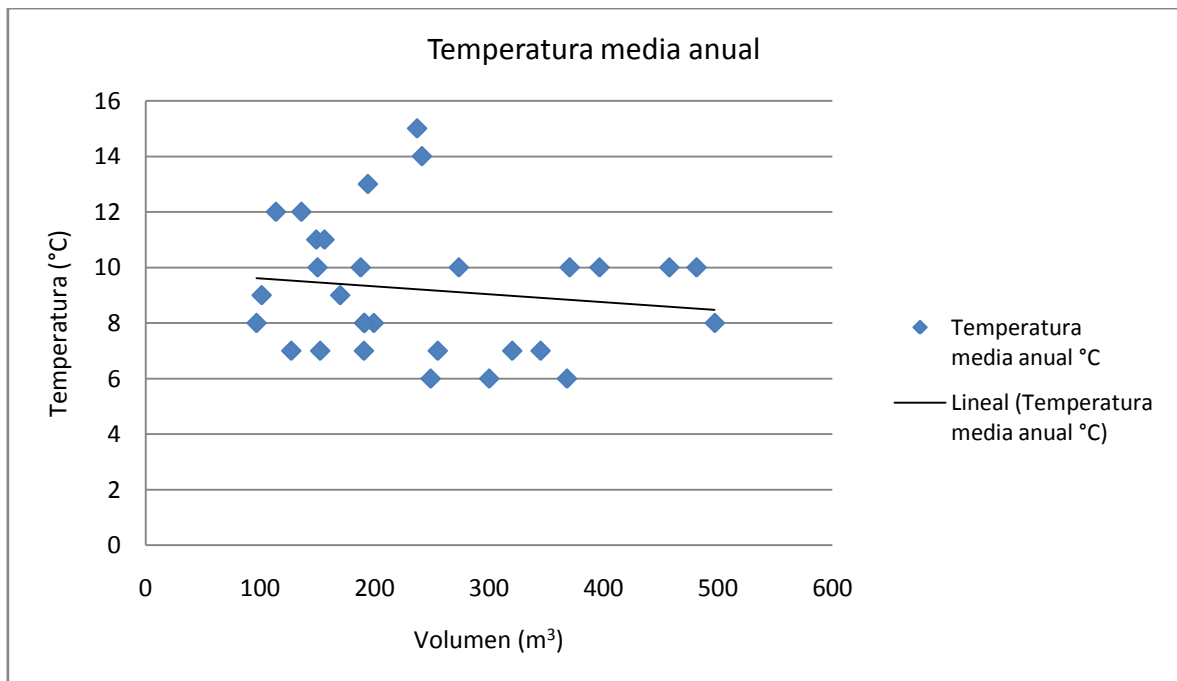


Figura 4. Ecuación lineal temperatura

Altitud: El cálculo de la ecuación de regresión lineal para la altitud muestra el resultado del análisis de proyección con los valores: 65,92 y 0,52 y la significancia de 0,508 la cual corresponde a no significativa estableciendo que no existe una correlación entre las variables (Tabla 7). La ecuación resultante se expresa de la siguiente forma:

$$y = 65,92 + 0,52 x \quad (4)$$

Tabla 7. Modelo de regresión lineal para la altitud

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Volumen	65,919	265,250		0,249	0,806
Altitud	0,52	0,078	0,126	0,670	0,508

Fuente: El Autor

El modelo de proyección $y = 65,92 + 0,52 x$, es la representación del comportamiento del volumen a la variación de la altitud dentro del rango de 3300 msnm hasta 3500 msnm, el comportamiento fuera del rango menor o mayor no incide significativamente en el crecimiento de *P. radiata* y el rango favorable para el máximo desarrollo volumétrico es de 3300 msnm.

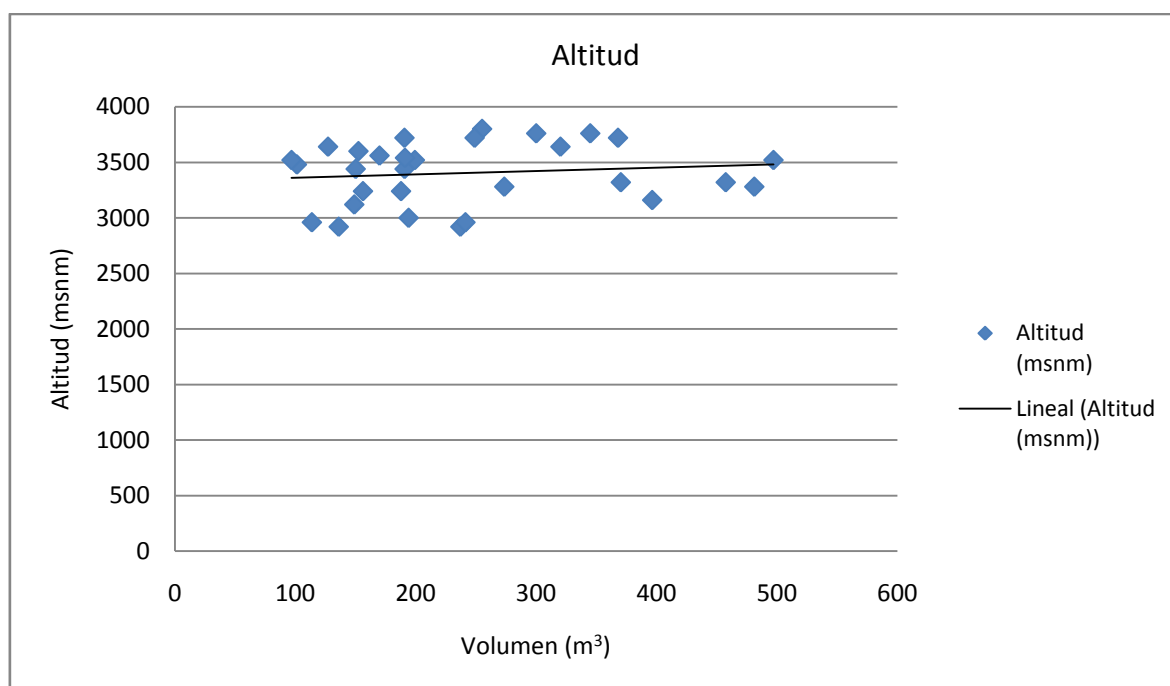


Figura 5. Ecuación lineal altitud

CONCLUSIONES

El análisis estadístico descriptivo muestra una alta dispersión de los datos para las variables: volumen, altitud, precipitación y pendiente, para la temperatura no existe una variabilidad significativa ya que todas las muestras corresponden a la parte alta de la serranía ecuatoriana; los rangos en los que se encuentran las variables independientes se encuentran en concordancia con los rangos establecidos para las características climáticas: altitud (1.800 a 3.500 msnm), precipitación (800 a 1.300 mm) y temperatura (11 a 17 °C) y para la pendiente un valor menor a 45°.

La variable precipitación fue la más correlacionada con un valor de $r = 0,583$ y una alta significancia de 0,001 concluyendo que la precipitación es el principal factor climático para el desarrollo productivo de *Pinus radiata* y que la producción se ve favorecida con el aumento de la precipitación, aunque el crecimiento se ve afectado con el estrés hídrico producido tanto por sequía como por precipitaciones excesivas.

Los valores de correlación de las variables temperatura, altitud y pendiente no son significativas, éstos factores no tienen influencia ya que fueron medidos dentro de rangos geográficos muy estrechos, esta investigación se sitúa dentro de cinco cantones de la zona centro sierra de la provincia y pertenecientes a un mesorelieve montañoso.

El modelo de proyección resultante para la precipitación, realizado a través de regresión lineal fue $y = 21,66 + 0,27x$, es la representación del comportamiento del volumen a la variación de la precipitación media anual dentro del rango de 700 mm/año hasta 1.200 mm/año, determinando una reducción en el crecimiento debido a lluvias extremas y al comportamiento fuera del rango menor que incide hasta llegar a la muerte de *P. radiata*.

RECOMENDACIONES

El estudio por su complejidad media puede ser replicado a nivel país, con muestras representativas de toda la serranía ecuatoriana, al incrementar la latitud como variable independiente se podría obtener una alta dispersión de los datos y observar posibles correlaciones en otras características climáticas que no fueron significativas.

Otras nuevas investigaciones pueden incluir también comparaciones entre predios sin manejo forestal y predios que cuenten con todas las actividades silviculturales (propiedades de empresas forestales) e incluir también características edáficas que por ser similares o únicas en algunos casos dentro del área de investigación, no fueron estudiadas.

Al encontrarse *Pinus radiata* dentro del mesorelieve montañoso, con pendientes siempre superiores a 10°, surge la necesidad de analizar la escorrentía como un efecto que al combinar: altas pendientes, excesivas precipitaciones, suelos arcillosos y mínima vegetación, produzcan un estrés hídrico y disminuyan la cantidad de provisión de agua.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, N., Günter, S., Weber, M., & Stimm, B. (2006). Enrichment of *Pinus patula* plantations with native species in southern Ecuador. *Lyonia*, 10, S-33.
- Alba, M. P., González, M., Ramírez, N., & Castillo, M. Á. (2003). Determinantes de la distribución de *Pinus spp.* en la altiplanicie central de Chiapas, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (73).
- Allen, H. L. & Albaugh, T. J. (1999). Ecophysiological basis for plantation production: a loblolly pine case study. *Bosque. Chile*. vol. 20, N° 1, p. 3-8.
- Barrantes, G., Chaves, H., & Vinueza, M. (2001). El Bosque en el Ecuador Una visión transformada para el desarrollo y la conservación. COMAFORS. Ecuador.
- Binkley C. S. (2000). "Forestry in the Next Millennium: Challenges and Opportunities for the USDA Forest Service" forthcoming in *A Vision for the Forest Service. Resources for the Future*. Washington, D.C. 54 p.
- Blume T, E Zehe, A Bronstert. (2007). Rainfall runoff response, runoff coefficients and baseflow separation. *Hydrological Sciences Journal* 52: 843-862.
- Bustamante, D. Salas, F. Amores, F. Baño, A. Haro, W. Palacios, C. (2017) Caracterización de los Ecosistemas y el Uso del Suelo de la Provincia De Chimborazo, Riobamba, Ecuador
- Castro, R. D. (1994). Importancia de la silvicultura en el manejo forestal. *Seforven. Venezuela*. v. 5 (10) p. 32-33.
- Centro Andino de acción Popular (CAAP) (1981). Comunidad andina: Alternativas políticas de desarrollo. CAAP, ed. Quito-Ecuador
- Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado presente y futuro (No. 581.5 C44Y). México DF. México.
- Chinchilla, O. (2005). Diferencias volumétricas en cuatro sistemas de medición de trozas de madera. *El pueblo que se come el dosel del bosque húmedo premontano*, 76.
- Cox, F. (1982). Índices de productividad en la evaluación de la calidad de sitio. *Evaluacion de la Productividad de Sitios Forestales*. Valdivia, Chile, 7-21
- Da Cunha, T. A., & Guimarães-Finger, C. A. (2012). Modelo de regresión para estimar el volumen total con corteza de árboles de *Pinus taeda* L. en el sur de Brasil. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 6(16), 26-40.

- Daniel T, W., Helms, J., & Backer, F. (1982). Principios de silvicultura. Trad. de la 2a. Ed. por Ramón Elizondo.
- Delmastro, R., Juan E. Díaz-Vaz O., & Schlatter, J. E. (1982). Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias del *Pinus radiata* (D. Don). Investigación y Desarrollo Forestal, Corporación Nacional Forestal.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1981). Applied Regression Analysis John Wiley. New York.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2007). State of the World's Forests. Depósitos de documentos de la FAO.
- Flores, F., Allen, H. (2004). Efectos del clima y capacidad de almacenamiento de agua del suelo en la productividad de rodales de pino radiata en Chile: un análisis utilizando el modelo 3-PG. *Bosque (Valdivia)*, 25(3), 11-24 p.
- Fritts, H.C. (1990). Statistical reconstruction of spatial variations in climate. In, Cook E., Kairiukstis L. (eds.), *Methods of dendrochronology: applications in the environmental science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 193–210
- Gayoso, J. (1995). Impacto de plantaciones sobre el ambiente físico. Valdivia, Universidad Austral de Chile. In Simposio IUFRO. pp (pp. 271-283).
- Gerding, V. Schlatter. (1995) Variables y factores del sitio de importancia para la productividad de *Pinus radiata* D. Don en Chile. *Bosque (Chile)*, vol. 16, N° 2, 39-56 p.
- González-Elizondo, M., E. Jurado, J. Návar, M.S. González-Elizondo, J. Villanueva-Díaz, O. Aguirre. y J. Jiménez. (2005). Tree-rings and climate relationships for Douglas-fir chronologies from the Sierra Madre Occidental, Mexico: a 1681-2001 rain reconstruction. *Forest Ecology and Management* (213):39-53.
- Gutiérrez, E. (1990). Dendroecología de *Pinus sylvestris* L. en Cataluña. *Orsis: organismes i sistemes*, 5, 23-41.
- Hofstede R., Mena V., y Medina G. (2001). Los Páramos del Ecuador: Particularidades, problemas y perspectivas. *AbyaYala/Proyecto Páramo*. Quito.
- Hofstede, R., & Mena, P. A. (2000). Los beneficios escondidos del páramo. In II Conferencia Electrónica sobre Usos Sostenibles y Conservación del Ecosistema Páramo en los Andes (p. 9).
- Huamán Ampuero, R. (2015). “Evaluación de la caracterización florística de especies maderables y no maderables y su contribución al ambiente en un sector del barranco Vicente Najjar”. 12 p.

- Huber, A., & Trecaman, R. (2002). Efecto de la variabilidad interanual de las precipitaciones sobre el desarrollo de plantaciones de *Pinus radiata* (D. Don) en la zona de los arenales VIII Región, Chile. *Bosque (Valdivia)*, 23(2), 43-49.
- Hunter, I. R., & Gibson, A. R. (1984). Predicting *Pinus radiata* site index from environmental variables. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 14(1), 53-64.
- Jackson, D. S.; Gifford, H. H. (1974) Environmental variables influencing the increment of radiata pine. (1) Periodic volume increment. *New Zealand Journal of Forestry Science* 4:3-26.
- Kellison, R. C. (1999). Forestry trends in the new millenium. In: *Proceedings 26th Annual Tree Improvement Conference*, Athens, Georgia, USA, 5 pp.
- MAE. (2000). Primera Comunicaión Nacional, Republic of Ecuador, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Quito, Ecuador.
- MAE. (2009). Datos preliminares. Inventarios sectoriales GEI: MBM, MAE. Proyecto Segunda Comunicación Nacional. Quito, Ecuador.
- MAGAP-MAE: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Ministerio del Ambiente. (2014) Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental. Quito, Ecuador.
- Miller, A. D. (1974). *Pinus radiata* en el Ecuador, su ecología y crecimiento. Depósitos de documentos de la FAO.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016) Manual de Socialización del Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales. Subsecretaria de Producción Forestal, Guayaquil. Ecuador. 14-16, 52-53 p.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013) Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2004). Seminario Taller Estructuración del Plan Nacional de Forestación y Reforestación, Quito, Ecuador.
- Nienstaedt, H. (1990). Importancia de la variación natural. Memoria sobre mejoramiento genético y plantaciones forestales. Centro de Genética Forestal, AC Chapingo, México, 16-23.
- Pérez, M., del Caño, F., & Chambel, M. R. (2005). Variabilidad intraespecífica del crecimiento y de la supervivencia en *Pinus nigra* Arn. In *Congresos Forestales*.

- PROECUADOR. (2017). Perfil Sectorial Forestal 2017, Instituto de Promoción de Exportaciones e Importaciones. Quito Ecuador.
- Rubilar, R., Fox, T., Alle, L., Albaugh, T., & Carlson, C. (2008). Manejo intensivo al establecimiento de plantaciones forestales de *Pinus sp.* y *Eucalyptus sp.* en Chile y Argentina. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, 40, 1-7.
- Ruiz, R. M., Rivero, H. S. A., Alcalá, V. M. C., & Espinoza, M. G. (2006). Importancia de las plantaciones forestales de *Eucalyptus*. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 2(3), 815-846.
- Salas, F. (2017) “I Congreso Internacional de Bosques y Agroforestería para el siglo XXI. Memorias del Evento. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Sánchez, Y. (2012). “Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales” 250 p.
- Santillán-Hernández, M., Cornejo-Oviedo, E. H., Villanueva-Díaz, J., Cerano-Paredes, J., Valencia-Manzo, S., & Capó-Arteaga, M. Á. (2010). Potencial dendroclimático de *Pinus pinceana* Gordon en la Sierra Madre Oriental. *Madera y bosques*, 16(1), 17-30.
- Schlatter, J. E., Gerding, V. I. C. T. O. R., & Oñate, M. I. (1998). Características y variabilidad de sitios con plantaciones adultas de *Pinus radiata* D. Don en suelos graníticos de las Regiones VIII y IX. *Bosque*, 19(1), 37-59.
- Schlatter, J. E., Gerding, V., & Bonnefoy, M. (1982). Factores del sitio de mayor incidencia en la productividad de *Pinus radiata* (D. don). *Actas de reunión de trabajo sobre evaluación de sitios forestales*, 61-95.
- SEMARNAT (2001) *La gestión ambiental en México*. México. 374 pp.
- SIISE, E. (2008). *Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador*. Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social.
- Sotomayor, A., Helmke, E., & García, E. (2002). Manejo y mantención de plantaciones forestales. Documento de divulgación (CL) N, 23, 56.
- Subsecretaria de Producción Forestal. (2017) *Guía Básica para inventarios en plantaciones forestales comerciales para la aprobación y control de programas de corta aprobados a través del sistema de producción forestal SPF*. MAG. Guayaquil. Ecuador.
- Tejada, M. (2003). *El sector forestal en Ecuador*. Informe preparado para la ITTO. Quito, Ecuador, 14 p.

- Villarroel, L. (1994) Aplicación de la regresión ponderada en la construcción de tablas de volumen (*Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*). Cochabamba, BO. Programa de repoblamiento forestal. Cordeco. 22 p.
- Viteri, A., & Cordero, E. V. (2010). Documento de análisis del sector forestal en el contexto de adaptación y mitigación al cambio climático del sector uso de suelo, cambio de suelo, y silvicultura (forestal) en el Ecuador. P. Cuenca, & V. Cordero, Edits.
- White, A.; Martin, A. (2002) Who owns the world's forests?. Forest tenure and public forests in transition. Forest Trends. 30 pp.

ANEXOS

ANEXO 1. DISEÑO ESTADÍSTICO

Análisis Estadísticos Descriptivos

Descriptivos

LOCALIDAD		Estadístico	Error estándar			
VOL	1,00	Media	170,1567	11,69826		
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	119,8231 220,4902		
		Media recortada al 5%		.		
		Mediana		169,8300		
		Varianza		410,548		
		Desviación estándar		20,26198		
		Mínimo		150,06		
		Máximo		190,58		
		Rango		40,52		
		Rango intercuartil				
		Asimetría		,073	1,225	
		Curtosis		.	.	
			2,00	Media	108,3733	9,45222
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	67,7037 149,0430
Media recortada al 5%				.		
Mediana				101,2500		
Varianza				268,034		
Desviación estándar				16,37173		
Mínimo				96,77		
Máximo				127,10		
Rango				30,33		
Rango intercuartil				.		
Asimetría				1,587	1,225	
Curtosis				.	.	
	3,00			Media	478,5333	11,52511
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	428,9448 528,1219
		Media recortada al 5%		.		
		Mediana		481,1300		
		Varianza		398,484		
		Desviación estándar		19,96207		
		Mínimo		457,40		
		Máximo		497,07		
		Rango		39,67		
		Rango intercuartil		.		
		Asimetría		-,575	1,225	
		Curtosis		.	.	
			4,00	Media	322,6267	34,43729
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	174,4550 470,7983
Media recortada al 5%				.		
Mediana				344,8900		
Varianza				3557,780		
Desviación estándar				59,64713		
Mínimo				255,05		
Máximo				367,94		
Rango				112,89		
Rango intercuartil				.		
Asimetría				-1,446	1,225	

	Curtosis		.	.
5,00	Media		132,8500	10,28822
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	88,5834 177,1166	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		135,9600	
	Varianza		317,542	
	Desviación estándar		17,81972	
	Mínimo		113,68	
	Máximo		148,91	
	Rango		35,23	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,761	1,225
	Curtosis		.	.
6,00	Media		346,7033	37,37167
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	185,9060 507,5006	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		370,2800	
	Varianza		4189,925	
	Desviación estándar		64,72963	
	Mínimo		273,49	
	Máximo		396,34	
	Rango		122,85	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,422	1,225
	Curtosis		.	.
7,00	Media		178,1767	11,06116
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	130,5843 225,7690	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		187,7300	
	Varianza		367,048	
	Desviación estándar		19,15850	
	Mínimo		156,12	
	Máximo		190,68	
	Rango		34,56	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,686	1,225
	Curtosis		.	.
8,00	Media		180,8500	14,44622
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	118,6929 243,0071	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		190,9900	
	Varianza		626,080	
	Desviación estándar		25,02158	
	Mínimo		152,35	
	Máximo		199,21	
	Rango		46,86	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,524	1,225
	Curtosis		.	.
9,00	Media		224,0833	15,08593
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	159,1738 288,9929	

		Media recortada al 5%		.
		Mediana	237,0100	
		Varianza	682,756	
		Desviación estándar	26,12960	
		Mínimo	194,01	
		Máximo	241,23	
		Rango	47,22	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,681	1,225
		Curtosis	.	.
10,00		Media	289,6567	21,21952
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	198,3564 380,9569
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	300,0000	
		Varianza	1350,804	
		Desviación estándar	36,75329	
		Mínimo	248,84	
		Máximo	320,13	
		Rango	71,29	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,166	1,225
		Curtosis	.	.
ALT	1,00	Media	3573,33	81,104
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	3224,37 3922,29
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	3560,00	
		Varianza	19733,333	
		Desviación estándar	140,475	
		Mínimo	3440	
		Máximo	3720	
		Rango	280	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	,423	1,225
		Curtosis	.	.
	2,00	Media	3546,67	48,074
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	3339,82 3753,51
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	3520,00	
		Varianza	6933,333	
		Desviación estándar	83,267	
		Mínimo	3480	
		Máximo	3640	
		Rango	160	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	1,293	1,225
		Curtosis	.	.
	3,00	Media	3373,33	74,237
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	3053,92 3692,75
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	3320,00	
		Varianza	16533,333	
		Desviación estándar	128,582	
		Mínimo	3280	
		Máximo	3520	
		Rango	240	

	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		1,545	1,225
	Curtosis		.	.
4,00	Media		3760,00	23,094
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3660,63	
		Límite superior	3859,37	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		3760,00	
	Varianza		1600,000	
	Desviación estándar		40,000	
	Mínimo		3720	
	Máximo		3800	
	Rango		80	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		,000	1,225
	Curtosis		.	.
5,00	Media		3000,00	61,101
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2737,10	
		Límite superior	3262,90	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		2960,00	
	Varianza		11200,000	
	Desviación estándar		105,830	
	Mínimo		2920	
	Máximo		3120	
	Rango		200	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		1,458	1,225
	Curtosis		.	.
6,00	Media		3253,33	48,074
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3046,49	
		Límite superior	3460,18	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		3280,00	
	Varianza		6933,333	
	Desviación estándar		83,267	
	Mínimo		3160	
	Máximo		3320	
	Rango		160	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		-1,293	1,225
	Curtosis		.	.
7,00	Media		3306,67	66,667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3019,82	
		Límite superior	3593,51	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		3240,00	
	Varianza		13333,333	
	Desviación estándar		115,470	
	Mínimo		3240	
	Máximo		3440	
	Rango		200	
	Rango intercuartil		.	.
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis		.	.
8,00	Media		3553,33	24,037
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3449,91	
		Límite superior	3656,76	
	Media recortada al 5%		.	.
	Mediana		3540,00	
	Varianza		1733,333	

		Desviación estándar		41,633	
		Mínimo		3520	
		Máximo		3600	
		Rango		80	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,293	1,225
		Curtosis		.	
9,00		Media		2960,00	23,094
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2860,63	
			Límite superior	3059,37	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		2960,00	
		Varianza		1600,000	
		Desviación estándar		40,000	
		Mínimo		2920	
		Máximo		3000	
		Rango		80	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,000	1,225
		Curtosis		.	
10,00		Media		3706,67	35,277
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3554,88	
			Límite superior	3858,45	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		3720,00	
		Varianza		3733,333	
		Desviación estándar		61,101	
		Mínimo		3640	
		Máximo		3760	
		Rango		120	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-,935	1,225
		Curtosis		.	
TEMP	1,00	Media		8,67	,882
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,87	
			Límite superior	12,46	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		9,00	
		Varianza		2,333	
		Desviación estándar		1,528	
		Mínimo		7	
		Máximo		10	
		Rango		3	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-,935	1,225
		Curtosis		.	
	2,00	Media		8,00	,577
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,52	
			Límite superior	10,48	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		8,00	
		Varianza		1,000	
		Desviación estándar		1,000	
		Mínimo		7	
		Máximo		9	
		Rango		2	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,000	1,225
		Curtosis		.	
	3,00	Media		9,33	,667
		95% de intervalo de	Límite inferior	6,46	

	confianza para la media	Límite superior	12,20	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		10,00	
	Varianza		1,333	
	Desviación estándar		1,155	
	Mínimo		8	
	Máximo		10	
	Rango		2	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,732	1,225
	Curtosis		.	.
4,00	Media		6,67	,333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,23	
		Límite superior	8,10	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		7,00	
	Varianza		,333	
	Desviación estándar		,577	
	Mínimo		6	
	Máximo		7	
	Rango		1	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,732	1,225
	Curtosis		.	.
5,00	Media		11,67	,333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,23	
		Límite superior	13,10	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		12,00	
	Varianza		,333	
	Desviación estándar		,577	
	Mínimo		11	
	Máximo		12	
	Rango		1	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,732	1,225
	Curtosis		.	.
6,00	Media		10,33	,333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,90	
		Límite superior	11,77	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		10,00	
	Varianza		,333	
	Desviación estándar		,577	
	Mínimo		10	
	Máximo		11	
	Rango		1	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis		.	.
7,00	Media		9,67	,882
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,87	
		Límite superior	13,46	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		10,00	
	Varianza		2,333	
	Desviación estándar		1,528	
	Mínimo		8	
	Máximo		11	
	Rango		3	
	Rango intercuartil		.	

		Asimetría		-,935	1,225
		Curtosis		.	.
8,00		Media		7,67	,333
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,23	
			Límite superior	9,10	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		8,00	
		Varianza		,333	
		Desviación estándar		,577	
		Mínimo		7	
		Máximo		8	
		Rango		1	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-1,732	1,225
		Curtosis		.	.
9,00		Media		14,00	,577
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	11,52	
			Límite superior	16,48	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		14,00	
		Varianza		1,000	
		Desviación estándar		1,000	
		Mínimo		13	
		Máximo		15	
		Rango		2	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,000	1,225
		Curtosis		.	.
10,00		Media		6,33	,333
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,90	
			Límite superior	7,77	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		6,00	
		Varianza		,333	
		Desviación estándar		,577	
		Mínimo		6	
		Máximo		7	
		Rango		1	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,732	1,225
		Curtosis		.	.
PRECIP	1,00	Media		569,33	36,925
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	410,46	
			Límite superior	728,21	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		537,00	
		Varianza		4090,333	
		Desviación estándar		63,956	
		Mínimo		528	
		Máximo		643	
		Rango		115	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,694	1,225
		Curtosis		.	.
	2,00	Media		659,00	47,286
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	455,54	
			Límite superior	862,46	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		621,00	
		Varianza		6708,000	
		Desviación estándar		81,902	

	Mínimo		603	
	Máximo		753	
	Rango		150	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,638	1,225
	Curtosis		.	.
3,00	Media		1149,33	15,301
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1083,50	
		Límite superior	1215,17	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		1141,00	
	Varianza		702,333	
	Desviación estándar		26,502	
	Mínimo		1128	
	Máximo		1179	
	Rango		51	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,275	1,225
	Curtosis		.	.
4,00	Media		1208,00	26,690
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1093,16	
		Límite superior	1322,84	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		1229,00	
	Varianza		2137,000	
	Desviación estándar		46,228	
	Mínimo		1155	
	Máximo		1240	
	Rango		85	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,622	1,225
	Curtosis		.	.
5,00	Media		665,33	31,593
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	529,40	
		Límite superior	801,27	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		641,00	
	Varianza		2994,333	
	Desviación estándar		54,721	
	Mínimo		627	
	Máximo		728	
	Rango		101	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,605	1,225
	Curtosis		.	.
6,00	Media		536,33	16,333
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	466,06	
		Límite superior	606,61	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		544,00	
	Varianza		800,333	
	Desviación estándar		28,290	
	Mínimo		505	
	Máximo		560	
	Rango		55	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,130	1,225
	Curtosis		.	.
7,00	Media		620,67	23,212
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	520,80	
		Límite superior	720,54	

		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		616,00	
		Varianza		1616,333	
		Desviación estándar		40,204	
		Mínimo		583	
		Máximo		663	
		Rango		80	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		,515	1,225
		Curtosis		.	.
8,00		Media		750,33	18,224
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	671,92	
			Límite superior	828,74	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		739,00	
		Varianza		996,333	
		Desviación estándar		31,565	
		Mínimo		726	
		Máximo		786	
		Rango		60	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,407	1,225
		Curtosis		.	.
9,00		Media		982,67	78,745
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	643,85	
			Límite superior	1321,48	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		921,00	
		Varianza		18602,333	
		Desviación estándar		136,390	
		Mínimo		888	
		Máximo		1139	
		Rango		251	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		1,619	1,225
		Curtosis		.	.
10,00		Media		1004,67	6,642
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	976,09	
			Límite superior	1033,24	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		1005,00	
		Varianza		132,333	
		Desviación estándar		11,504	
		Mínimo		993	
		Máximo		1016	
		Rango		23	
		Rango intercuartil		.	
		Asimetría		-,130	1,225
		Curtosis		.	.
PEND	1,00	Media		18,00	4,041
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,61	
			Límite superior	35,39	
		Media recortada al 5%		.	
		Mediana		15,00	
		Varianza		49,000	
		Desviación estándar		7,000	
		Mínimo		13	
		Máximo		26	
		Rango		13	
		Rango intercuartil		.	

	Asimetría		1,574	1,225
	Curtosis		.	.
2,00	Media		26,33	4,177
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	8,36 44,30	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		30,00	
	Varianza		52,333	
	Desviación estándar		7,234	
	Mínimo		18	
	Máximo		31	
	Rango		13	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,695	1,225
	Curtosis		.	.
3,00	Media		22,33	2,186
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	12,93 31,74	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		24,00	
	Varianza		14,333	
	Desviación estándar		3,786	
	Mínimo		18	
	Máximo		25	
	Rango		7	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,597	1,225
	Curtosis		.	.
4,00	Media		26,00	4,726
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	5,67 46,33	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		28,00	
	Varianza		67,000	
	Desviación estándar		8,185	
	Mínimo		17	
	Máximo		33	
	Rango		16	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,034	1,225
	Curtosis		.	.
5,00	Media		21,33	5,487
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	-2,28 44,94	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		21,00	
	Varianza		90,333	
	Desviación estándar		9,504	
	Mínimo		12	
	Máximo		31	
	Rango		19	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,158	1,225
	Curtosis		.	.
6,00	Media		27,67	2,186
	95% de intervalo de	Límite inferior	18,26	

	confianza para la media	Límite superior	37,07	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		26,00	
	Varianza		14,333	
	Desviación estándar		3,786	
	Mínimo		25	
	Máximo		32	
	Rango		7	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,597	1,225
	Curtosis		.	.
7,00	Media		5,67	,667
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,80	
		Límite superior	8,54	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		5,00	
	Varianza		1,333	
	Desviación estándar		1,155	
	Mínimo		5	
	Máximo		7	
	Rango		2	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,732	1,225
	Curtosis		.	.
8,00	Media		20,33	2,404
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,99	
		Límite superior	30,68	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		19,00	
	Varianza		17,333	
	Desviación estándar		4,163	
	Mínimo		17	
	Máximo		25	
	Rango		8	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		1,293	1,225
	Curtosis		.	.
9,00	Media		25,33	3,844
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,79	
		Límite superior	41,87	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		27,00	
	Varianza		44,333	
	Desviación estándar		6,658	
	Mínimo		18	
	Máximo		31	
	Rango		13	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-1,056	1,225
	Curtosis		.	.
10,00	Media		20,67	4,910
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,46	
		Límite superior	41,79	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		21,00	
	Varianza		72,333	

Desviación estándar	8,505	
Mínimo	12	
Máximo	29	
Rango	17	
Rango intercuartil	.	
Asimetría	-,176	1,225
Curtosis	.	.

Correlación de datos acumulados

		VOL	ALT	TEMP	PRECIP	PEND
VOL	Correlación de Pearson	1	,126	-,117	,583**	,216
	Sig. (bilateral)		,508	,539	,001	,252
	N	30	30	30	30	30
ALT	Correlación de Pearson	,126	1	-,956**	,256	,026
	Sig. (bilateral)	,508		,000	,172	,893
	N	30	30	30	30	30
TEMP	Correlación de Pearson	-,117	-,956**	1	-,204	,013
	Sig. (bilateral)	,539	,000		,280	,945
	N	30	30	30	30	30
PRECIP	Correlación de Pearson	,583**	,256	-,204	1	,302
	Sig. (bilateral)	,001	,172	,280		,105
	N	30	30	30	30	30
PEND	Correlación de Pearson	,216	,026	,013	,302	1
	Sig. (bilateral)	,252	,893	,945	,105	
	N	30	30	30	30	30

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Regresión Volumen vs Altitud

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,126 ^a	,016	-,019	115,65412

a. Predictores: (Constante), ALT

b. Variable dependiente: VOL

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	6013,170	1	6013,170	,450	,508 ^b
	Residuo	374524,490	28	13375,875		
	Total	380537,660	29			

a. Variable dependiente: VOL

b. Predictores: (Constante), ALT

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	65,919	265,250		,249	,806
	ALT	,052	,078	,126	,670	,508

a. Variable dependiente: VOL

Regresión Volumen vs Temperatura

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,117 ^a	,014	-,022	115,78173

a. Predictores: (Constante), TEMP

b. Variable dependiente: VOL

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	5186,238	1	5186,238	,387	,539 ^b
	Residuo	375351,422	28	13405,408		
	Total	380537,660	29			

a. Variable dependiente: VOL

b. Predictores: (Constante), TEMP

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	294,599	85,296		3,454	,002
	TEMP	-5,567	8,950	-,117	-,622	,539

a. Variable dependiente: VOL

Regresión Volumen vs Precipitación

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,583 ^a	,340	,316	94,71695

a. Predictores: (Constante), PRECIP

b. Variable dependiente: VOL

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	129341,269	1	129341,269	14,417	,001 ^b
	Residuo	251196,392	28	8971,300		
	Total	380537,660	29			

a. Variable dependiente: VOL

b. Predictores: (Constante), PRECIP

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	21,660	60,855		,356	,725
	PRECIP	,272	,072	,583	3,797	,001

a. Variable dependiente: VOL

Regresión Volumen vs Pendiente

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,216 ^a	,047	,013	113,82857

a. Predictores: (Constante), PEND

b. Variable dependiente: VOL

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	17743,226	1	17743,226	1,369	,252 ^b
	Residuo	362794,435	28	12956,944		
	Total	380537,660	29			

a. Variable dependiente: VOL

b. Predictores: (Constante), PEND

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	178,432	59,121		3,018	,005
	PEND	3,031	2,590	,216	1,170	,252

a. Variable dependiente: VOL

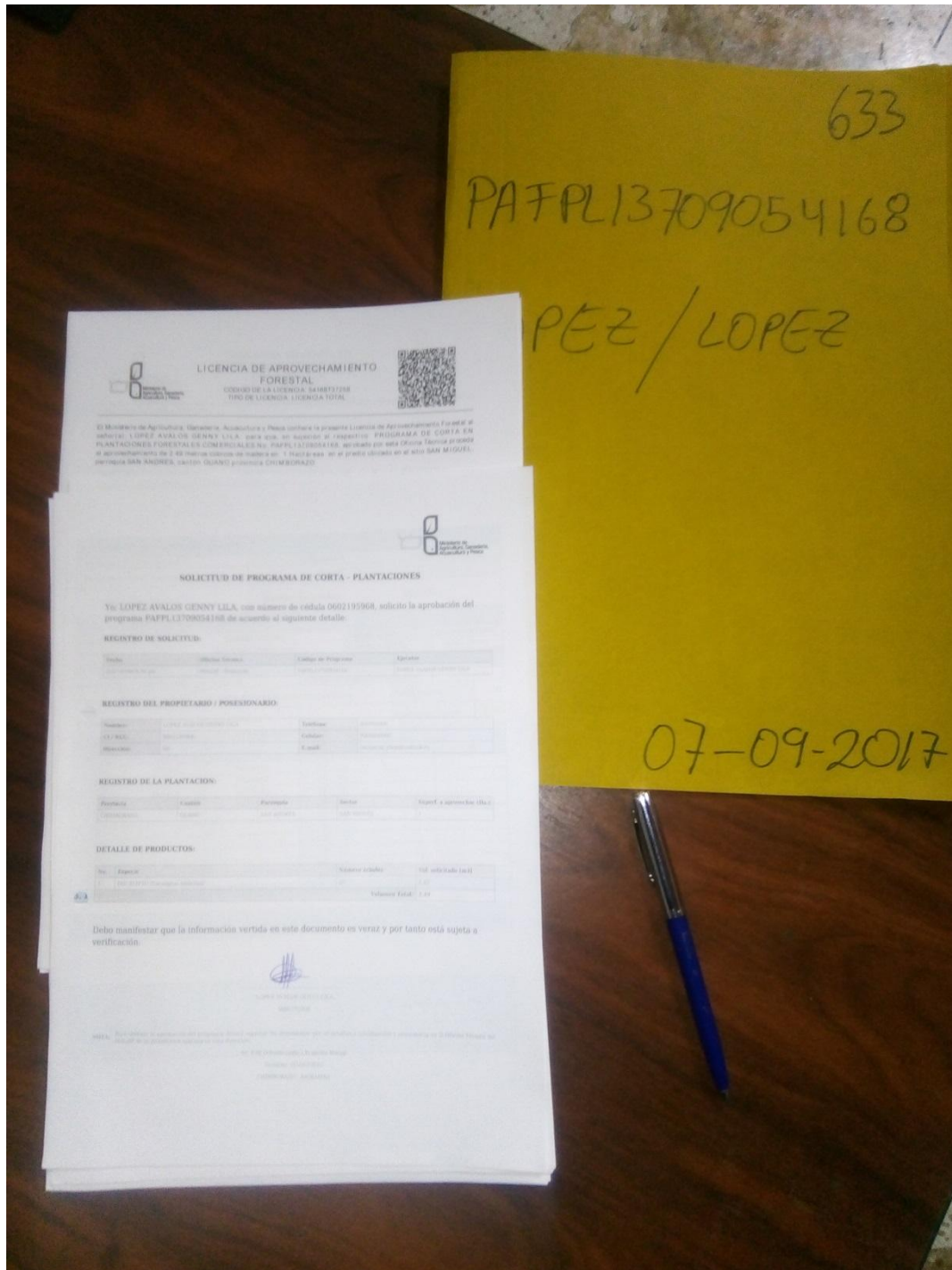
Notas de Aplicación de Diseño Experimental en el Software SPSS

Notas

Salida creada		08-OCT-2018 15:36:47
Comentarios		
Entrada	Datos	C:\Users\Fabian Salas\Desktop\ARTICULO\Medias.sav
	Conjunto de datos activo	Conjunto_de_datos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	30
Manejo de valor perdido	Definición de ausencia	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en los casos sin valores perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis	REGRESSION /MISSING LISTWISE /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10) /NOORIGIN /DEPENDENT VOL /METHOD=ENTER PRECIP.	
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00,05
	Tiempo transcurrido	00:00:00,22
	Memoria necesaria	2480 bytes
	Memoria adicional necesaria para los gráficos de residuos	0 bytes

ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL TRABAJO

1. Análisis de la documentación



2. Revisión de Informe Documental



SUBSECRETARÍA DE PRODUCCIÓN FORESTAL UNIDAD FORESTAL DE CHIMBORAZO

Inf Doc PAFPL13339054038-RIO

INSPECCIÓN PARA LA APROBACIÓN DE LICENCIA DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

Tipo de Programa: Corta en Plantaciones Forestales Comerciales			
Código del Programa:	PAFPL13339054038	Sector:	Nitiluisa
Propietario:	CUCURI PILCO MARIA FILOMENA	Ejecutor:	LEMA MONTERO CARLOS ABDON
Parroquia:	Calpi	Cantón:	Riobamba
Fecha de la inspección:	2017-10-24	Fecha del informe:	2017-10-24
Responsable del SPF:	Ing. Fabián Salas	Técnico responsable:	Ing. Fabián Salas

El Programa de corta (PC) cuenta con la siguiente documentación:

	SI	NO
Solicitud de aprobación debidamente suscrita por el propietario del predio o su delegado debidamente autorizado.	X	
Copias de las cédulas de ciudadanía y certificado de votación del propietario del predio y del delegado, de ser el caso.	X	
Certificado de gravamen actualizado y copias simples de las escrituras, historial de dominio y linderos, que acrediten la tenencia del predio.	X	
Registro volumétrico de la madera a cortar de la plantación forestal a provechar y el volumen se ha calculado con la fórmula establecida conforme al acuerdo ministerial o ley vigente.	X	
Certificado actualizado de inscripción del predio en el registro forestal, emitido por la autoridad competente.	X	
Croquis del predio	X	
Para el caso de plantaciones en tierras comunitarias, Delegación de la Asamblea General de la comunidad o centro, otorgada a favor de la(s) persona(s) que hacen(n) uso del área a ser aprovechada, la misma que debe indicar la superficie del área a ser intervenida y los límites de la misma con al menos 4 coordenadas (UTM-Datum WGS-84) y estará acompañada por documentos actualizados y certificados que acrediten el nombramiento de la Directiva de la comunidad o Centro		X
Nombramiento del representante legal debidamente certificado		X

Resultados generales de la inspección.

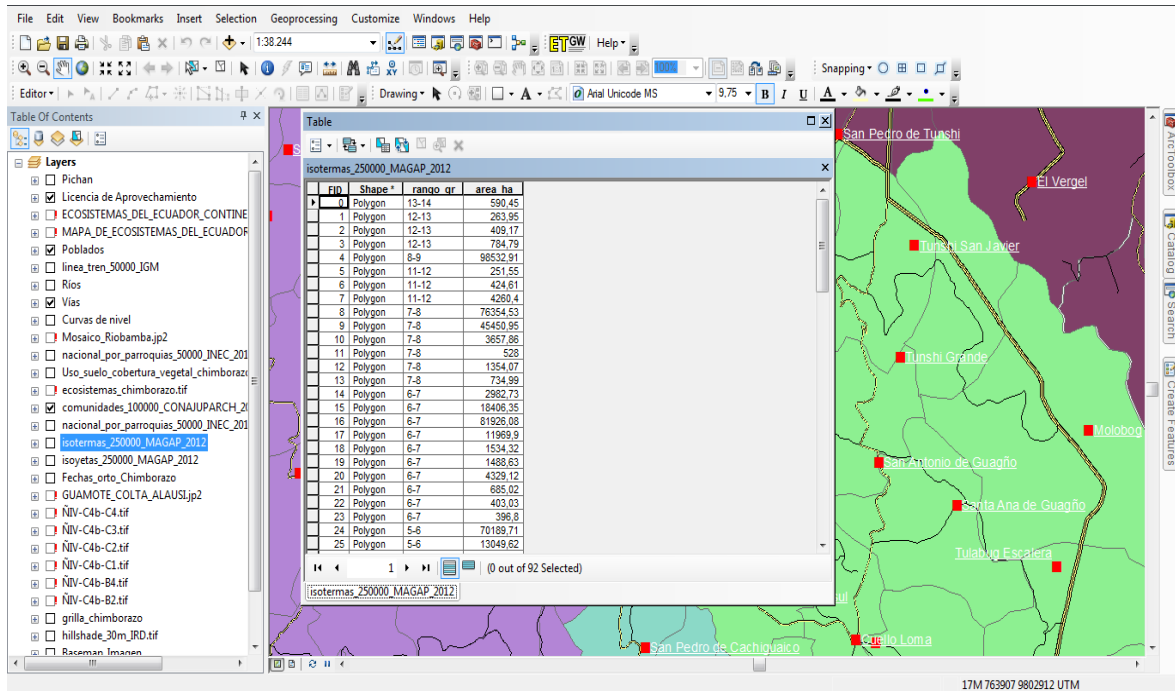
El área a explotarse tiene una superficie total de 1 hectáreas conforme a la información presentada, la especie que se aprovechará es *Eucalyptus globulus*, el producto a movilizar será rolliza y puntales mismos que se serán transportados a la ciudad de Riobamba. El volumen solicitado se encuentra dentro del rango inferior de error permisible de +/-10%, ver anexo N° 01.

La carpeta presentada cumple con la documentación indicada en el Acuerdo ministerial 327 art.4 del programa de corta y sus requisitos.

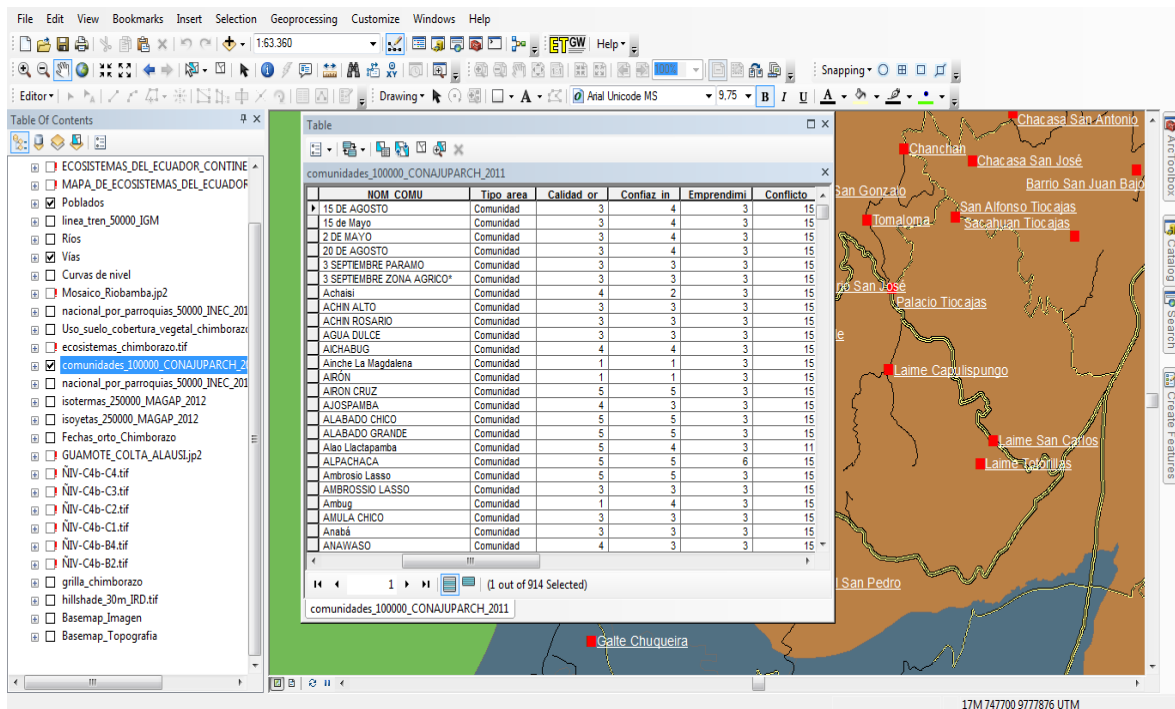
3. Sistematización de la Información Inicial

4. Sistematización de la Información Depurada

5. Exportación de la Información de Temperatura



6. Exportación de la Información de las Localidades



7. Verificación de Árboles en Pie de Programas de Aprovechamiento



8. Verificación de Árboles en Pie de Programas de Aprovechamiento



9. Verificación de Marcación de Árboles en Pie de Programas de Aprovechamiento



10. Verificación de Marcación de Árboles en Pie de Programas de Aprovechamiento

